

D2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-338858

(P 2 0 0 0 - 3 3 8 8 5 8 A)

(43) 公開日 平成12年12月8日 (2000. 12. 8)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*]	(参考)
G09B 9/00		G09B 9/00	Z 5B087	
G06F 3/00	680	G06F 3/00	A 9A001	
3/033	310	3/033	Y	

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全32頁)

(21) 出願番号 特願平11-149744

(22) 出願日 平成11年5月28日 (1999. 5. 28)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 小林 広幸

東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝
府中工場内

(72) 発明者 西條 信之

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

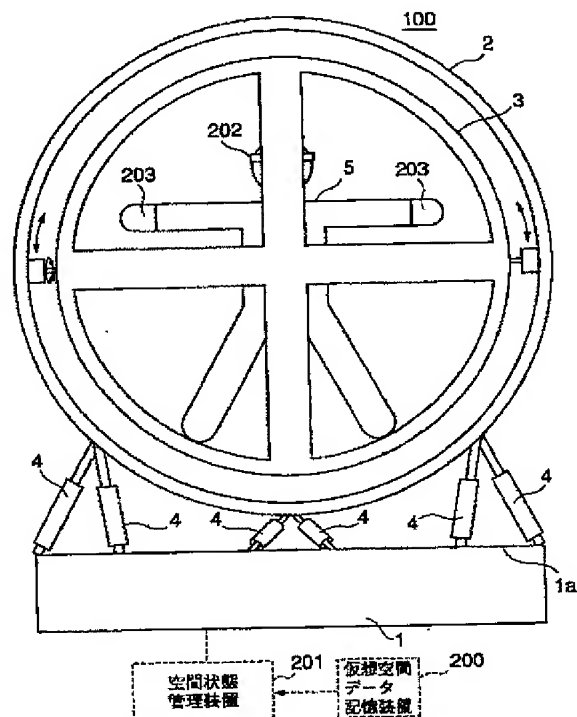
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 仮想空間体感装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、仮想現実空間において映像のみならず、触感、運動感覚などを体感することができる仮想空間体感装置を提供する。

【解決手段】 コンピュータグラフィックスを表示して仮想的な現実を使用者5に提供する頭部装着型表示装置202と、複数の駆動装置付き身体保持部で使用者を保持するとともに、仮想的な現実に対応して駆動装置により使用者の姿勢を変更する運動体感装置204と、駆動装置に接続された複数の装着部が使用者の手に装着されるように構成されるとともに、仮想的な現実に対応して駆動装置により使用者の手の動きを制御する体感グローブ203とを備えた仮想空間体感装置。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 仮想的な現実を使用者に提供する頭部装着型表示装置と、
複数の駆動装置付き身体保持部で使用者を保持するとともに、前記仮想的な現実に対応して前記駆動装置により使用者の姿勢を変更する運動体感装置とを備えたことを特徴とする仮想空間体感装置。

【請求項 2】 前記身体保持部には、各駆動装置の動作位置を検知するセンサーが設けられており、
前記センサーからの位置情報に基づいて使用者の姿勢及び動作を確認するとともに、前記仮想的な現実を与えるための仮想空間情報並びに前記姿勢及び動作の情報に基づいて使用者の次の姿勢を決定し、当該決定内容に基づき前記運動体感装置に姿勢変更を指令する空間状態管理装置を備えたことを特徴とする請求項 1 記載の仮想空間体感装置。

【請求項 3】 前記運動体感装置は、前記身体保持部ごと使用者を回転させる 1 以上の回転リングを備え、
前記空間状態管理装置は、前記回転リングをも制御することにより使用者の姿勢を変更させることを特徴とする請求項 2 記載の仮想空間体感装置。

【請求項 4】 前記空間状態管理装置は、人間の筋力を向上させるような範囲に各駆動装置の動作範囲を規定し、かつ反発力を与えるように各駆動装置を動作させることで使用者の運動機能を向上させるように前記運動体感装置を制御することを特徴とする請求項 2 記載の仮想空間体感装置。

【請求項 5】 前記頭部装着型表示装置は、使用者に映像又は音声により動作タイミングを与えるタイミング手段を備え、
前記空間状態管理装置は、前記タイミング手段が与えたタイミング及び前記運動体感装置からのセンサー情報に基づき、使用者の運動能力を測定することを特徴とする請求項 2 記載の仮想空間体感装置。

【請求項 6】 前記空間状態管理装置は、使用者の柔軟性向上させるための重さを各駆動装置から当該使用者に与えるよう前記運動体感装置を制御することを特徴とする請求項 2 記載の仮想空間体感装置。

【請求項 7】 前記運動体感装置は、1 以上のスピーカーを備え、前記スピーカーから前記仮想的な現実に対応させた音声を出力させることを特徴とする請求項 1 記載の仮想空間体感装置。

【請求項 8】 仮想的な現実を使用者に提供する頭部装着型表示装置と、
駆動装置に接続された複数の装着部が使用者の手に装着されるように構成されるとともに、前記仮想的な現実に対応して前記駆動装置により使用者の手の動きを制御する体感グローブとを備えたことを特徴とする仮想空間体感装置。

【請求項 9】 前記体感グローブには、前記駆動装置の

動作を監視することで指の位置を検出するセンサーが設けられており、

前記センサーからの指位置情報と、前記仮想的な現実を与えるための仮想空間情報とに基づいて、前記使用者の指位置を制限するように前記体感グローブを制御する空間状態管理装置を備えたことを特徴とする請求項 8 記載の仮想空間体感装置。

【請求項 10】 前記空間状態管理装置は、仮想空間情報が与える物体の硬さに対応して指に力を加えるように前記体感グローブを制御することで指に触感を与えさせることを特徴とする請求項 9 記載の仮想空間体感装置。

【請求項 11】 前記体感グローブには、前記駆動装置の動作を監視することで指の位置及び手首の傾き位置を検出するセンサーが設けられており、
前記センサーからの指手首位置情報と、前記仮想的な現実を与えるための仮想空間情報とに基づいて、前記使用者の指手首位置を制限するように前記体感グローブを制御する空間状態管理装置を備えたことを特徴とする請求項 8 記載の仮想空間体感装置。

【請求項 12】 前記空間状態管理装置は、仮想空間情報が与える物体の硬さに対応して指及び手首に力を加えるように前記体感グローブを制御することで手に触感を与えさせることを特徴とする請求項 11 記載の仮想空間体感装置。

【請求項 13】 前記体感グローブは、掌への触圧覚を感じさせるために、前記仮想的な現実に対応して形状を変化させて掌に接触させる柔軟な板状部材を備えたことを特徴とする請求項 8 記載の仮想空間体感装置。

【請求項 14】 前記体感グローブは、前記仮想的な現実に対応して手に熱又は冷熱を与える温度制御手段を備えたことを特徴とする請求項 8 記載の仮想空間体感装置。

【請求項 15】 仮想的な現実を使用者に提供する頭部装着型表示装置と、
複数の駆動装置付き身体保持部で使用者を保持するとともに、前記仮想的な現実に対応して前記駆動装置により使用者の姿勢を変更する運動体感装置と、
駆動装置に接続された複数の装着部が使用者の手に装着されるように構成されるとともに、前記仮想的な現実に対応して前記駆動装置により使用者の手の動きを制御する体感グローブとを備えたことを特徴とする仮想空間体感装置。

【請求項 16】 前記使用者の身体状態を測定する 1 以上のセンサからなる運動機能測定装置と、
前記運動機能測定装置からのセンサ情報を入力し、前記身体状態が所定条件となる場合にシステムを停止する空間状態管理装置とを備えたことを特徴とする請求項 15 記載の仮想空間体感装置。

【請求項 17】 前記頭部装着型表示装置は、左右の目それぞれに対応する独立した画像表示部を備え、当該各

画像表示部から左右の両眼視差と動眼視差を利用した画像を表示することで立体映像を使用者に与えることを特徴とする請求項 1 5 記載の仮想空間体感装置。

【請求項 1 8】 前記頭部装着型表示装置は、使用者の視界に合わせた映像を取り込み可能な画像取込手段を備えたとともに、その画像表示部は外界視認の可不可を切替可能に構成されており、

前記画像取込手段から取り込まれた実際の景色内の物体位置を検出し、前記画像表示部が提供すべき画像を実際の景色内の物体に位置合わせして合成するとともに、当該画像に前記画像表示部から表示させ、かつ外界視認を可能な状態に切替えるよう指令する空間状態管理装置とを備えたことを特徴とする請求項 1 7 記載の仮想空間体感装置。

【請求項 1 9】 前記頭部装着型表示装置は、使用者の音声を入力する音声入力手段を備えており、

前記頭部装着型表示装置、前記運動体感装置及び前記体感グローブを制御する手段であって、前記音声入力手段からの入力音声を解析するとともに、解析された入力音声に対応する動作命令を実行する空間状態管理装置とを備えたことを特徴とする請求項 1 5 記載の仮想空間体感装置。

【請求項 2 0】 請求項 1 乃至 1 9 のうち何れかの仮想空間体感装置を複数接続するとともに、各仮想空間体感装置間において、それぞれの使用者に前記仮想的な現実を与えるための情報を共有させることを特徴とする仮想空間体感システム。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】 この発明は仮想空間体感装置に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】 近年、仮想現実 (virtual reality) ないし仮想体験と呼ばれる、現実感を伴った仮想的な世界をコンピュータの中に作り出す技術が開発されている。この仮想体験技術を用いれば、例えばコンピュータ画面に立体視 CG (コンピュータグラフィックス) で表示された 3 次元物体を仮想的な手 (データグローブ) を使って持ち上げたりすることができる。

【 0 0 0 3 】 しかしながら、従来の仮想体験は、その体験感覚も操作対象も視覚を中心とした映像主体なものであり、触感、温感、運動感覚まで再現することは考えられていない。このため、映像として表示されている盤および制御装置などを仮想空間上で操作しても操作感などに乏しい。

【 0 0 0 4 】 この操作感を補うために、例えば自動車教習所においては、現物のハンドル、操作ペダルなどのハードウェアと映像表示を組み合わせたドライブシミュレータなどが利用されている。このような場合には、像表示装置として大型スクリーンなどをシミュレータに組み

合わせるが、スクリーン装置では 3 6 0 度全周の映像を表示することはできないため、仮想体験に比べれば視覚的に現実感に乏しいものとなる。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】 このように従来の仮想体験関連の装置は、主として視覚中心のものであり、身体全体に作用するものではない。

【 0 0 0 6 】 一方、操作感の再現という課題を解決するために、ハードウェアを用いたシミュレータを用いる場合には、操作感の変更が必要になったときに、装置の構成を変更して対応しなければならない。したがって、このようなシミュレータではシミュレート対象の仕様変更等、種々の状況変化に柔軟に対応することは困難である。

【 0 0 0 7 】 また、この種のシミュレータでは上記したように仮想現実という機能を十分に発揮することができないので、使用できる用途がドライブシミュレータ等に限定されてしまう。

【 0 0 0 8 】 本発明は、このような実情を考慮してなされたもので、仮想現実空間において映像のみならず、触感、運動感覚などを体感することができる仮想空間体感装置を提供することを目的とする。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するためになされた第 1 の発明は、仮想的な現実を使用者に提供する頭部装着型表示装置と、複数の駆動装置付き身体保持部で使用者を保持するとともに、仮想的な現実に対応して駆動装置により使用者の姿勢を変更する運動体感装置とを備えた仮想空間体感装置である。

【 0 0 1 0 】 本発明はこのような手段を設けたので、仮想現実空間において映像のみならず、運動感覚などを体感することができる。

【 0 0 1 1 】 次に、課題解決のための第 2 の発明は、上記第 1 の発明において、身体保持部には、各駆動装置の動作位置を検知するセンサーが設けられており、センサーからの位置情報に基づいて使用者の姿勢及び動作を確認するとともに、仮想的な現実を与えるための仮想空間情報並びに姿勢及び動作の情報に基づいて使用者の次の姿勢を決定し、当該決定内容に基づき運動体感装置に姿勢変更を指令する空間状態管理装置を備えた仮想空間体感装置である。

【 0 0 1 2 】 本発明はこのような手段を設けたので、使用者の姿勢制御を確実に行うことができる。

【 0 0 1 3 】 次に、課題解決のための第 3 の発明は、上記第 2 の発明において、運動体感装置は、身体保持部ごと使用者を回転させる 1 以上の回転リングを備え、空間状態管理装置は、回転リングをも制御することにより使用者の姿勢を変更させる仮想空間体感装置である。

【 0 0 1 4 】 本発明はこのような手段を設けたので、使用者により現実的な体感を与えることができる。

【0015】次に、課題解決のための第4の発明は、上記第2の発明において、空間状態管理装置は、人間の筋力を向上させるような範囲に各駆動装置の動作範囲を規定し、かつ反発力を与えるように各駆動装置を動作させることで使用者の運動機能を向上させるように運動体感装置を制御する仮想空間体感装置である。

【0016】本発明はこのような手段を設けたので、使用者の運動能力を高めることができる。

【0017】次に、課題解決のための第5の発明は、上記第2の発明において、頭部装着型表示装置は、使用者に映像又は音声により動作タイミングを与えるタイミング手段を備え、空間状態管理装置は、タイミング手段が与えたタイミング及び運動体感装置からのセンサー情報に基づき、使用者の運動能力を測定する仮想空間体感装置である。

【0018】本発明はこのような手段を設けたので、使用者の運動能力を測定することができる。

【0019】次に、課題解決のための第6の発明は、上記第2の発明において、空間状態管理装置は、使用者の柔軟性向上させるための重さを各駆動装置から当該使用者に与えるよう運動体感装置を制御する仮想空間体感装置である。

【0020】本発明はこのような手段を設けたので、使用者の柔軟性を向上させることができる。

【0021】次に、課題解決のための第7の発明は、上記第1の発明において、運動体感装置は、1以上のスピーカーを備え、スピーカーから仮想的な現実に対応させた音声を出力させる仮想空間体感装置である。

【0022】本発明はこのような手段を設けたので、使用者に音による臨場感を与えることができる。

【0023】次に、課題解決のための第8の発明は、仮想的な現実を使用者に提供する頭部装着型表示装置と、駆動装置に接続された複数の装着部が使用者の手に装着されるように構成されるとともに、仮想的な現実に対応して駆動装置により使用者の手の動きを制御する体感グローブとを備えた仮想空間体感装置である。

【0024】本発明はこのような手段を設けたので、仮想現実空間において映像のみならず、触感などを体感することができる。

【0025】次に、課題解決のための第9の発明は、上記第8の発明において、体感グローブには、駆動装置の動作を監視することで指の位置を検出するセンサーが設けられており、センサーからの指位置情報と、仮想的な現実を与えるための仮想空間情報とに基づいて、使用者の指位置を制限するように体感グローブを制御する空間状態管理装置を備えた仮想空間体感装置である。

【0026】本発明はこのような手段を設けたので、仮想空間上の物体に対応して使用者の手の動きを制限することができる。

【0027】次に、課題解決のための第10の発明は、

上記第9の発明において、空間状態管理装置は、仮想空間情報が与える物体の硬さに対応して指に力を加えるように体感グローブを制御することで指に触感を与えさせる仮想空間体感装置である。

【0028】本発明はこのような手段を設けたので、仮想空間上の物体の硬さ柔らかさに応じて指に触感を与えることができる。

【0029】次に、課題解決のための第11の発明は、上記第8の発明において、体感グローブには、駆動装置の動作を監視することで指の位置及び手首の傾き位置を検出するセンサーが設けられており、センサーからの指手首位置情報と、仮想的な現実を与えるための仮想空間情報とに基づいて、使用者の指手首位置を制限するように体感グローブを制御する空間状態管理装置を備えた仮想空間体感装置である。

【0030】本発明はこのような手段を設けたので、指手首を含めた手全体に対して仮想空間上の物体に対応する動作制限を与えることができる。

【0031】次に、課題解決のための第12の発明は、上記第11の発明において、空間状態管理装置は、仮想空間情報が与える物体の硬さに対応して指及び手首に力を加えるように体感グローブを制御することで手に触感を与えさせる仮想空間体感装置である。

【0032】本発明はこのような手段を設けたので、仮想空間上の物体の柔らかさに対応して指手首を含めた手全体に触感を与えることができる。

【0033】次に、課題解決のための第13の発明は、上記第8の発明において、体感グローブは、掌への触圧覚を感じさせるために、仮想的な現実に対応して形状を変化させて掌に接触させる柔軟な板状部材を備えた仮想空間体感装置である。

【0034】本発明はこのような手段を設けたので、仮想現実に対応して掌に触感を与えることができる。

【0035】次に、課題解決のための第14の発明は、上記第8の発明において、体感グローブは、仮想的な現実に対応して手に熱又は冷熱を与える温度制御手段を備えた仮想空間体感装置である。

【0036】本発明はこのような手段を設けたので、仮想現実に対応して手に温度を与えることができる。

【0037】次に、課題解決のための第15の発明は、仮想的な現実を使用者に提供する頭部装着型表示装置と、複数の駆動装置付き身体保持部で使用者を保持するとともに、仮想的な現実に対応して駆動装置により使用者の姿勢を変更する運動体感装置と、駆動装置に接続された複数の装着部が使用者の手に装着されるように構成されるとともに、仮想的な現実に対応して駆動装置により使用者の手の動きを制御する体感グローブとを備えた仮想空間体感装置である。

【0038】本発明はこのような手段を設けたので、仮想現実空間において映像のみならず、触感、運動感覚な

などを体感することができる。

【0039】次に、課題解決のための第16の発明は、上記第15の発明において、使用者の身体状態を測定する1以上のセンサからなる運動機能測定装置と、運動機能測定装置からのセンサ情報を入力し、身体状態が所定条件となる場合にシステムを停止する空間状態管理装置とを備えた仮想空間体感装置である。

【0040】本発明はこのような手段を設けたので、使用者の安全性を図ることができる。

【0041】次に、課題解決のための第17の発明は、上記第15の発明において、頭部装着型表示装置は、左右の目それぞれに対応する独立した画像表示部を備え、当該各画像表示部から左右の両眼視差と動眼視差を利用した画像を表示することで立体映像を使用者に与える仮想空間体感装置である。

【0042】本発明はこのような手段を設けたので、立体視となる仮想現実を使用者に与えることができる。

【0043】次に、課題解決のための第18の発明は、上記第17の発明において、頭部装着型表示装置は、使用者の視界に合わせた映像を取り込み可能な画像取込手段を備えるとともに、その画像表示部は外界視認の不可を切替可能に構成されており、画像取込手段から取り込まれた実際の景色内の物体位置を検出し、画像表示部が提供すべき画像を実際の景色内の物体に位置合わせして合成するとともに、当該画像に画像表示部から表示させ、かつ外界視認を可能な状態に切替えるよう指令する空間状態管理装置とを備えた仮想空間体感装置である。

【0044】本発明はこのような手段を設けたので、現実の景色と仮想空間中の物体を合わせて使用者に与えることができる。

【0045】次に、課題解決のための第19の発明は、上記第15の発明において、頭部装着型表示装置は、使用者の音声を入力する音声入力手段を備えており、頭部装着型表示装置、運動体感装置及び体感グローブを制御する手段であって、音声入力手段からの入力音声を解析するとともに、解析された入力音声に対応する動作命令を実行する空間状態管理装置とを備えた仮想空間体感装置である。

【0046】本発明はこのような手段を設けたので、使用者が音声により簡単にシステムに対して命令を与えることができる。

【0047】次に、課題解決のための第20の発明は、上記第1～19の発明のうち何れかの仮想空間体感装置を複数接続するとともに、各仮想空間体感装置間において、それぞれの使用者に仮想的な現実を与えるための情報を共有させる仮想空間体感システム。

【0048】本発明はこのような手段を設けたので、各仮想空間体感装置上の各使用者が同一の仮想空間上で共通した仮想現実を得ることができる。

【0049】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について説明する。

【0050】（発明の第1の実施の形態）図1は本発明の第1の実施形態に係る仮想空間体感装置の一例を示す全体構成図であり、図2は同実施形態の仮想空間体感装置の機能的な構成を示すブロック図である。

【0051】この仮想空間体感装置は、仮想空間中の使用者5の姿勢、位置を管理すると共に、使用者の動作によって物体の移動、または、歩行などによる場所移動などが発生した場合の仮想空間中の状態管理を行うものである。すなわち、図1及び図2に示すように、体感装置本体100と、ヘッドマウントディスプレイ202と、体感グローブ203と、仮想空間データ記憶装置200とが空間状態管理装置201に電気的に接続されて構成されている。なお、この空間状態管理装置201及び仮想空間データ記憶装置200は体感装置本体100に組み込むようにしてもよい。

【0052】また、体感装置本体100は、運動体感装置204及び運動機能測定装置205とからなり、図1に示す装置台1の上に動作部やセンサが取り付けられて構成される。すなわち装置台1から傾斜駆動部4を介して前後回転リング3が取り付けられ、さらに前後回転リング3の内側に左右回転リング2が取り付けられた構造となっている。左右回転リング2の内側に使用者5が入り、体感グローブ203を付け、ヘッドマウントディスプレイ202を装着し、各関節を駆動部（後述）に固定した状態で装置のセットアップが完了するようになっている。

【0053】上記のごとく図2には、仮想空間体感装置を構成する各駆動部、センサ及び計算機からなる機能構成が示されている。さらに、これらの各部200～205は図3～図7に詳細構成が示されている。

【0054】図3は空間状態管理装置の構成例を示すブロック図である。

【0055】空間状態管理装置201は、ヘッドマウントディスプレイ制御部207、グローブ制御部208、運動体感装置制御部209及び運動機能測定部210が空間状態管理部206に接続されて構成されている。

【0056】空間状態管理部206は、環境データ、音響データ及び物体データ等を記憶する仮想空間データ記憶装置200から、これらの各データを入力し、仮想空間を構築する。また、接続された各装置202～205に対応する各制御部207～209、測定部210を介して取得した情報に基づき、使用者5に提供すべき画像やその身体状態等を判断する。さらに、各制御部207～209に指示を与えることにより、制御部207～209による各装置202～204の制御を実現させるようになっている。

【0057】つまりヘッドマウントディスプレイ制御部207、グローブ制御部208、運動体感装置制御部2

09及び運動機能測定部210は、それぞれ対応するヘッドマウントディスプレイ202、体感グローブ203、運動体感装置204及び運動機能測定装置205からの信号を取り込み、また、空間状態管理部206に従ってこれらを制御するものである。以下に、各制御部207～209、測定部210について具体的に説明する。

【0058】まず、ヘッドマウントディスプレイ制御部207は、ディスプレイの左右の映像を制御する映像制御部211、左右のカメラ映像を入力するカメラ映像入力部212、使用者の発話音を認識する声認識部213及びヘッドマウントディスプレイの向き、仮想空間中での位置を各センサーから入力するヘッドマウントディスプレイ位置認識部214から構成されている。

【0059】次に、グローブ制御部208は、仮想空間中でのグローブ203の位置を把握する左グローブ位置認識部216及び右グローブ部位位置認識部221を備えている。また、各指及び掌の動きを検出する左グローブ動作検出部215及び右グローブ動作検出部220を備えており、空間状態管理部206へグローブ位置及び動作情報を伝送する。

【0060】また、グローブ制御部208から空間状態管理部206へ伝送された情報と仮想空間中に配置された物体データの位置情報とから、手に物体が触れており、かつその物体データに温度情報が含まれている場合には、空間情報管理部206から制御要求が出力される。この場合に対応して、グローブ制御部208は、左グローブ温感再現部217及び右グローブ温感再現部222を備えており、これらの温感再現部217、222は、グローブ203上の温度制御素子を制御するように

【0061】また、空間状態管理部206における”物体に手が触れた状態の認識”に対応して、グローブ制御部208には左グローブ感触再現部218及び右グローブ感触再現部223が設けられており、これらの感触再現部218、223は、指または掌にその感触を再現するようにグローブ203に設置されているリンクを制御する。

【0062】次に、運動体感装置制御部209は、使用者の身体部位の動作を検出する身体動作検出部224と、空間状態管理部206からの指示に基づき運動体感装置204上の各駆動部を制御することで使用者5の姿勢を制御する姿勢制御部225と、内側リング制御部226と、外側リング制御部227とから構成されている。

【0063】次に、運動機能測定部210は、使用者の血圧、心拍数などの身体生理機能の値を測定するセンサーから情報を入力し、空間状態管理部206へ情報を伝送する身体データ入力部228から構成されている。

【0064】図4はヘッドマウントディスプレイの構成

例を示すブロック図である。

【0065】本実施形態のヘッドマウントディスプレイ202には、使用者5の左目に作用する左側映像表示部230、この映像表示の透過／不透過を行う左側液晶部231が設けられている。右目にも同様に右側映像表示部232、右側液晶部233が設けられている。

【0066】これら映像表示部230、232は、仮想空間状態及び使用者5の動作に基づき、空間状態管理装置201にて決められた表示すべき映像を表示するものである。この映像情報はヘッドマウントディスプレイ制御部207の映像制御部211から伝送される。また、左右別々の映像表示が行われるのは、映像を立体的に表示し仮想空間を見るのを可能にするためである。

【0067】両目の液晶部231、233は、外観を見ながら仮想空間の状態を同時に見る場合は透過し、仮想空間ものを見る場合には不透過とする。すなわち画像合成や通常の景色を見るためのものである。なお、液晶部231、233の制御は仮想空間データの情報に基づいて行われる他、使用者5の命令によっても制御可能となっている。

【0068】また、ヘッドマウントディスプレイ202は、カメラ映像を仮想空間中に表示し、外の景色を仮想空間に取り込むために、左側カメラ234、右側カメラ235を備えている。これらのカメラ234、235は仮想空間中に立体映像を表示するため左右で視差を持っている。

【0069】また、本実施形態では、通常のキーボード、マウスの他、音声でも仮想空間体感装置の制御を行い得るようになっている。このためにヘッドマウントディスプレイ202には、音声入力を用いた命令及び会話用の音声入力部236が設けられている。

【0070】さらに、仮想空間中における使用者5の動作及び置かれている状態に応じ、仮想空間の音場を再生出力するために、左側音声出力部238及び右側音声出力部239が設けられている。ヘッドマウントディスプレイ202の位置や動作状態の監視、使用者の向いている方向及び位置を検出するために、3次元センサー237が設けられている。

【0071】図5は体感グローブの構成例を示すブロック図である。

【0072】グローブ202は、指や手の状態を監視する各センサー241～244、247、248と駆動部245、246で構成される。

【0073】各指の状態を検出するためには、左センサー241及び右センサー242が設けられている。これらセンサー241、242が検出するセンサ情報は、空間状態管理装置201を構成しているグローブ制御部208の左グローブ動作検出部215、右グローブ動作検出部220へ伝送されるようになっている。

【0074】また、仮想空間中における手（腕）の位置

を検出するため、左3次元センサー243及び右3次元センサー244が設けられている。左右3次元センサー情報もグローブ制御部208の左グローブ位置検出部216及び右グローブ位置検出部221へ伝送されるようになっている。

【0075】グローブ202の動作及び位置情報に基づいて仮想空間中で物体を掴んだ状態が空間状態管理部206にて検出されるようになっている。この検出に対応した指示により左グローブ感触再現部217又は右グローブ感触再現部222が制御信号を出力する。この制御信号に従って使用者5の指を動かすために左駆動部245及び右駆動部246がグローブ202に設けられている。

【0076】また、上記物体把握に対応し、掴んだ物体に温度データが設定されていれば、左グローブ温感再現部218又は右グローブ温感再現部223が温感再現のための制御信号を出力する。この制御信号に従い、グローブ温度をコントロールするための左温度コントロール部247a及び右温度コントロール部248a(例えばペルチェ素子、電子式ヒータからなる)がグローブ202に設けられている。また、これらの左温度コントロール部247a及び右温度コントロール部248aに対応して温度センサー247b及び温度センサー248bが設けられ、その検出信号が各グローブ温感再現部218、223に出力するようになっている。

【0077】なお、左センサー241及び右センサー242には、指の状態を監視する親指センサー、人差し指センサー、中指センサー、薬指センサー及び小指センサー、手首の状態を監視する手首センサーA、手首センサーB、手首センサーC及び手首センサーDが設けられる。右駆動部246及び左駆動部246には、親指駆動部、人差し指駆動部、中指駆動部、薬指駆動部及び小指駆動部、さらに、手首駆動部A、手首駆動部B、手首駆動部C及び手首駆動部D、掌にあたる触圧駆動部A、触圧駆動部Bが設けられる。

【0078】図6は運動体感装置の構成例を示すブロック図である。

【0079】運動体感装置204は、装置台1と、その台上の傾斜駆動部4に支えられた左右回転リング2、及びその左右回転リング2に保持され内側に設けられる前後回転リング3の2つのリングを主要構成とするものである。これらの回転リング2、3に、使用者の身体部位の状態を検知する各センサー251や各駆動部252が取り付けられて構成されている。なお、傾斜駆動部4は、図6のセンサ251及び駆動部252に含めて表示される傾斜センサー4aと傾斜駆動部4bとが一体にして構成されたものである。

【0080】また、傾斜駆動部4を除く各駆動部は、前後回転部3の中で使用者5の体を保持するものである。各駆動部は、実際には図6の対応する駆動部252とセ

ンサー251とが一体になって構成されたものである。頭部駆動部A/Bと頭部センサーA/B、背部駆動部A/Bと背部駆動部A/B、腰部駆動部A/Bと腰部センサーA/B、尻部駆動部A/Bと尻部センサーA/B、左肩部駆動部A/Bと左肩部センサーA/B、右肩部駆動部A/Bと右肩部センサーA/B、左肘部駆動部A/Bと左肘部センサーA/B、右肘部駆動部A/Bと右肘部センサーA/B、左膝部駆動部A/Bと左膝部センサーA/B、右膝部駆動部A/Bと右膝部センサーA/B、左足部駆動部A/Bと左足センサーA/B、右足部駆動部A/Bと右足センサーA/Bが対になっている。また、センサー部251の左右回転センサー部と左右回転駆動部253、センサー部251の前後回転センサー部と前後回転駆動部254も対になり、一体に構成されている。

【0081】また、前後回転部リング3には、周囲環境音再生用に環境音声出力部A、環境音声出力部B、環境音声出力部C、環境音声出力部Dを備えている(図示せず)。さらに、装置台1には緊急停止センサー1aが備えられている。

【0082】ここで、図6に示すように、センサー251からのセンサー情報は、空間状態管理装置201の構成機能である運動体感装置制御部209の身体動作検出部224へ伝送され、さらに空間状態管理部206へ伝送され、仮想空間中の身体情報となる。空間状態管理装置201では、この身体部位情報、グローブ情報等を総合的に判断し、使用者5の姿勢を決定する。この姿勢情報は、空間状態管理部206から運動体感装置制御部209の姿勢制御部225に与えられ、姿勢制御部225は姿勢情報に基づく制御信号を出力する。各駆動部252はこの制御出力に従って駆動動作を行うようになっている。

【0083】また、姿勢情報は空間状態管理装置201の外側リング制御部226及び内側リング制御部227にも与えられる。外側リング制御部226及び内側リング制御部227は、姿勢情報に対応して制御信号を出力する。左右回転駆動部253及び前後回転駆動部254は、この制御信号に従い、左右方向に動作する左右回転リング2又は前後方向に動作する前後回転リング3を左右前後方向へ回転(回動)駆動する。

【0084】図7は運動機能測定装置の構成例を示すブロック図である。

【0085】運動機能測定装置205は、使用者5の身体の生理機能の状態監視用データを収集するものであり、運動体感装置204に組み込まれた血圧測定センサー261及び心拍数測定センサー262からなる。

【0086】各センサー261、262に収集される測定値は、空間状態管理装置201における運動機能測定部210の身体データ入力部228へ伝送される。身体データ入力部228では、この測定値を空間状態管理部

10

20

30

40

50

206へ伝送する。ここで身体生理データに異常があれば、空間状態管理部206は、本装置の自動停止などを行うようになっている。また、空間状態管理部206は、このデータを連続的に収集することで、体調変化を見るようになっている。

【0087】次に、以上のように構成された本実施形態における仮想空間体感装置の動作について説明する。この仮想空間体感装置では、全体を統括している空間状態管理装置201を中心に仮想空間データ記憶装置200から環境データ、音響データ、物体データなどが入力され、仮想空間が構築される。また、グローブ203、運動体感装置204、ヘッドマウントディスプレイ202、運動機能測定装置205が設けられることで、仮想空間中の使用者の姿勢、位置が管理されると共に、使用者の動作によって物体の移動、または、歩行などによる場所移動などが発生した場合の仮想空間中の状態管理が行われる。

【0088】また、空間状態管理装置201には、ヘッドマウントディスプレイ202、グローブ203、運動体感装置204、運動機能測定装置205が接続されており、これら各機器から送られて来る各種情報を元に、使用者に提供する画像、身体状態が判断される。

【0089】ヘッドマウントディスプレイに表示される画像は、HMDの3次元センサー、グローブの3次元センサー、グローブ動作検出部及び身体動作検出部の情報に基づいて決められている。したがって、本装置起動直後は仮想空間データに従った画像が表示されるが、使用者の向いている方向や、歩く、つかむなどの身体動作をこれらセンサー、手段で検出し、空間状態管理装置201へ伝送される。これら情報に基づいて、空間状態管理装置201により仮想空間中の使用者に提供する映像が更新される。すなわち、使用者5が歩く動作をすれば、画像も歩く速度に応じて更新される。この画像は映像制御部211より使用者に提供される。また、本システムではカメラの映像を取り込み、仮想空間中に合成表示することも可能である。

【0090】また、仮想空間中にある物体を手で触った場合、物体に温度データが設定されているときには、グローブ202の温感再現部によって温感が再現される。一方、触感再現部では、仮想空間中にある物体と、手の指の位置から指が物体に触れたと判断された場合、対象となる指のリンクを引いて触感が再現される。物体と指の位置関係は空間状態管理装置201にて管理されている。なお、グローブ動作検出部215、220では、各指の位置が検出され、空間状態管理装置201へ伝送される。

【0091】運動体感装置204においては、各関節が駆動部252で支持され、関節の動きは身体動作検出部251で感知される。また空間状態管理部209からの情報をに基づいて、運動体感装置制御部209の姿勢制

御部225により身体の姿勢が制御され、同じく空間状態管理部206からの情報に基づいて、内外のリングが外側リング制御部226及び内側リング制御部227によって制御される。

【0092】以上の各部の処理がシステム立上時からいかなる経緯を辿って行われるかについて、システム全体の流れを追って説明する。

【0093】図8は仮想空間体感装置の全体的な処理を示す流れ図である。まず、本装置（仮想空間体感装置）が起動されると、仮想空間データ記憶装置200から、環境データ、物体データ、音響データ等が空間状態管理部206へ入力され（s1）、仮想空間が構築される（s2）。

【0094】これにより使用者5はヘッドマウントディスプレイ202を通して仮想空間の映像を見ることが可能となる（s3）。これは空間状態管理装置206において、使用者5の身体状態に対応した仮想空間中での体位位置評価が行われた結果に基づく映像である。すなわち、ヘッドマウントディスプレイ202および腕、脚などの身体部位の向き及び位置が初期状態からの変化量から計算され、映像を決定するなどの制御が行われ、その評価結果を含めて映像がディスプレイ202から出力される（s3）。

【0095】続いて、グローブ203の制御として、使用者5の手が物体に触れた場合は、触感が再現され、さらに温度データが設定されていれば、温感が再現されるなどの制御が行われる（s4）。

【0096】身体部位の動作は、運動体感装置204で検出又は制限が行われる。これは、先の動作変化量を元に、使用者5の仮想空間中の位置が評価され、空間制限と比較することで行われる（s5）。

【0097】また、使用者5の身体的な異常を検知するため、運動機能測定装置205により運動機能測定データが評価され（s6）、異常が検出された場合には、空間状態管理装置201からただちに停止要求が出力される。一連の制御が完了した場合には停止要求の有無が確認される（s7）。

【0098】ここで自動停止要求あるいは使用者自身が出した停止要求があれば（s7：Yes）、本装置が停止される（s8）。停止要求がなければ（s7：No）、ステップs3に戻って一連の処理が繰り返される。

【0099】以上が仮想空間体感装置における全体的な処理であるが、これらの処理は、上記のように、ヘッドマウントディスプレイ202、グローブ203、運動体感装置204及び運動機能測定装置205に設けられる各種センサからの情報に基づき、空間状態管理装置201が各種判断を行い、これら装置202、203、204に対して各種の制御を行うことで実現されるものである。そこで、次に、空間状態管理装置201の処理につ

いて詳細に説明する。

【0100】図9は空間状態管理装置の処理を示す流れ図である。

【0101】本装置が起動されると、仮想空間データ記憶装置200から、初期データが入力される(t1)。このデータには部屋の様子、照明などの環境データ、部屋に配置されている例えばテーブル、コップなどの物体データの他、音響データ、温度データなどがある。このデータ情報に基づいて空間状態管理部206によって仮想空間が構築される(t2)。

【0102】次に、使用者5の身体各部位が運動体感装置204の各駆動部に固定され、さらにヘッドマウントディスプレイ202及びグローブ203が装着されて、身体の初期状態が設定される(t3)。これは、泳ぐ場合を例にすると身体をうつ伏せに設定する。

【0103】初期状態設定が完了した後、使用者身体状態が入力される。まず、向いている方向としてヘッドマウントディスプレイ202の向きと位置が3次元センサー237からHMD位置認識部214へ入力される(t4)。続いて、グローブ202の位置が各センサ241等からグローブ制御部208へ入力され(t5)、さらに、腕、脚などの身体状態が運動体感装置204のセンサ251から身体動作検出部224へ入力される(t6)。

【0104】これらセンサー入力が完了したら各身体の初期状態(あるいは1サイクル前の身体状態)からの変化量が空間状態管理部206によって計算される。すなわちまず、ヘッドマウントディスプレイ202の向きと位置の変化量が計算され(t7)、続いてグローブ位置の変化量が計算される(t8)。さらに腕、脚、頭などの身体動作の変化量が計算される(t9)。各変化量の計算が完了した後、使用者5の仮想空間中状態が評価される(t10)。これにより使用者が仮想空間中のどの位置にいて、どのような姿勢なのか把握される。

【0105】次に使用者5に提供する映像を決定するため、まず、カメラ映像と仮想空間の合成要求の有無が判断される(t11)。カメラ映像の要求があれば、カメラ映像入力部212を介して入力された、ヘッドマウントディスプレイ202のカメラ234、235からのカメラ映像と、仮想空間との合成処理が空間状態管理部206にて行われる(t12)。さらにこの合成画像がヘッドマウントディスプレイ202に表示される(t13)。

【0106】一方、カメラ映像の合成要求が無い場合(t10:No)、仮想空間の表示のみがヘッドマウントディスプレイ202に表示される(t13)。なお、この表示には身体の状態および、カメラ映像の合成要求などが考慮される。

【0107】ヘッドマウントディスプレイ202に表示する映像が決定された後、手の感触および温感の再現処

理が行われる。まず、仮想空間中にある物体の位置とグローブの位置が空間状態管理部206に評価される(t14)。ここで、物体とグローブの位置が交わっている場合には(t14:Yes)、初期データ入力で得た情報を基に感触が再現される(t15)。この感触再現はグローブ制御部208からの制御によりグローブ202の駆動部245、246が駆動されることで実現される。物体とグローブの位置が離れている場合(t14:No)、感触の再現はせず(t16)、ステップt20に進む。

【0108】感触の再現がある場合は、さらに温感の再現判断が行われる(t17)。これは、物体の初期データに温度データが設定されていれば(t17:Yes)、この値に従って使用者の手に温感が再現される(t18)。この温感再現は、グローブ制御部208からの制御に従い、温度コントロール部247a、247bが温度上昇降下を行うことで実現される。温度データがない場合、温感の再現はしない(t19)。

【0109】手の感触、温感の再現判断の後、空間制限の有無が判断される。空間中の制限条件とは、使用者が仮想空間中に動くことを許容されている範囲である。例えば、ある部屋を仮想空間中に再現した場合、歩ける範囲は部屋の壁の位置であり、下限は床となる。また、大空を仮想空間で再現した場合には空間制限は無いことになる。

【0110】ここでは、まず、初期データの情報(あるいは1サイクル前の情報)に基づいて空間制限の有無が判断される(t20)。制限がある場合には(t20:Yes)、この制限情報が入力される(t21)。空間制限が無い場合には(t20:No)、身体の動作制限はせず(t22)、ステップt27に進む。

【0111】空間制限がある場合、環境データ、仮想空間中の身体位置などから身体部位の動作範囲が空間状態管理部206により判断される(t23)。例えば、床を歩いて先の階段を昇る場面において、脚の動作制限は床を歩いている時は左右の脚の動作に段差はないが、階段を昇る時は脚動作の下限值が左右で違ってくる。

【0112】身体部位が空間制限を越えた場合(t23:Yes)、対象身体部位の動作制限が行われる(t24)。この動作制限は運動体感制御部209の姿勢制御部225からの駆動部252の制御によって実現される。なお、制限以内であれば、動作制限は行わない(t25)。この身体部位と空間制限の比較は、全ての身体部位について行う(t26~t23)。すなわち全身体部位について空間制限処理が終わるまで、ステップt23~t26が繰り返される。

【0113】次に、運動体感装置204の各センサ251から身体部位の入力が行われる(t27)。これは、使用者5の身体姿勢制御と内外のリング制御を行うためである。なお、上記の空間制御(t20~t26)は、

10

20

30

40

50

仮想空間内の空間的条件に対応して行われる制御であり、ここで行われる制御は、使用者5の動作や環境等に対応して行われる姿勢の制御である。

【0114】このめにまず、姿勢制御では、入力された身体部位と環境条件の評価が空間状態管理部206において行われる(t28)。環境条件は、使用者の仮想空間中の位置、空間を構成している物体データなどである。この評価に基づき、内側リング3が前後方向に制御される(t29)。同様に外側リング2が左右方向に制御される(t30)。

【0115】次に、効果音発生の有無が効果音データの有無で決定される(t31)。ここで、音響データがあれば(t31:Yes)、音響データに従って音が出力される(t32)。音響データが無い場合は(t31:No)、音は出力されない(t33)。

【0116】これら一連の処理が完了したならば、停止要求の有無が空間状態管理部206にて確認される(t34)。この停止要求は、使用者の発話による命令の他、身体生理データの異常、タイマーなどがある。停止要求があれば(t34:Yes)、本装置が停止される(t35)。停止要求が無ければ(t34:No)、ステップt4に戻ってヘッドマウントディスプレイの向き位置入力からこれら処理が再度行われる。

【0117】上述したように、本発明の実施の形態に係る仮想空間体感装置は、ヘッドマウントディスプレイ202、グローブ203、運動体感装置204を設けるとともに、これらの各装置を空間状態管理装置201で制御するようにしたので、仮想現実空間において映像のみならず、触感、温度、映像、音声、運動感覚及び平衡感覚を体感することができる。このように、映像と触感、温度および運動感覚を仮想現実空間上で再現し、柔軟な空間レイアウト機能を有するので、仮想現実空間の環境および仮想制御盤などを自由に設定することができ、各種シミュレーションおよび通常は危険な所の探索などを仮想現実的に体験することができる。

【0118】また、本実施形態によれば、空間状態管理装置201は各動作センサーからの情報に基づいて運動体感装置204等における各駆動部を駆動制御するようにしたので、使用者の実際の動きにあわせた画像・音声をヘッドマウントディスプレイ202等から与えることができる。つまり、空間状態管理装置201にて、ヘッドマウントディスプレイの表示映像、効果音、身体の姿勢など一元管理するので、使用者の動作に合わせた、映像の更新、効果音の発生などを行うと共に、仮想空間における状況に応じた姿勢制御などの身体への感覚の制御を行うことができる。

【0119】また、使用者に提供される映像は、ヘッドマウントディスプレイの向きを検知する3次元ジャイロセンサーによるディスプレイの向きと、身体の各関節を支持する駆動部とによって決まる身体の動きに従うの

で、より現実的な仮想空間映像を提供することができる。

【0120】さらに、臨場感をより高めるために、音響装置を用いて、例えば、制御盤上のスイッチを操作した時の音、その操作によって動き出す機器の音などを再現することができる。したがって、仮想現実空間中で映像表示の他、スイッチの操作感などを仮想体験することができる。

【0121】本装置で用いられる情報は仮想空間状態管理装置にて管理されるが、この情報を各種通信手段を用いて伝送することにより、離れた箇所でも仮想空間を共有することができ、遠隔地での教育などを効果的に行うことができる。

【0122】このように、本実施形態の仮想空間体感装置は、仮想空間体感装置と違い、直接手で触ることができ、仮想空間内の物体に直接触れ物体の質感を直接体感できるので、従来行ってきた製品製作時のモックアップ等を省略でき、コストと開発期間の短縮を行うことができる。また、作業等で行う操作もシミュレーションで行うため、各種作業のトレーニングにも使用できる。操作盤等を仮想空間内に製作すれば操作手順等を練習できる。また、操作盤を実際に製作しなくても操作性の試験を行うことができ、効果的なコストダウンを図ることができる。

【0123】(発明の第2の実施の形態)第1の実施形態では仮想空間体感装置の全体的な機能構成並びに空間状態管理装置201の処理について説明した。以下、第2～第5の実施形態では、第1の実施形態の仮想空間体感装置におけるグローブ203、ヘッドマウントディスプレイ202、運動体感装置204及び運動機能測定装置205のそれぞれについて詳しく説明する。さらに、第6の実施形態では、この第1～第5の実施形態で説明する仮想空間体感装置に提供されるべき仮想空間データの概念について、説明する。

【0124】本実施形態では、第1の実施形態の仮想空間体感装置におけるグローブ203について説明する。なお、グローブ203の機能構成は、第1の実施形態にて図5に示した通りである。

【0125】グローブ203は、図5における駆動部245、246及びセンサー241～244によって実現される指感触再現・動作検出機能と、駆動部245、246の触圧駆動部により実現される掌感触再現機能と、温度コントロール部247a、248a及び温度センサー247b、248bにより実現される温度再現機能とを有している。

【0126】まず、図10、図11を用いて指感触再現・動作検出機能に関する構成を説明する。図10はグローブの手の甲側に配置される駆動部分及びセンサー部分を示す構成図であり、図1～図9と同一部分には同一符号を付して説明を省略し、ここでは異なる部分について

のみ述べる。また、図 11 はグローブの手の掌側に配置される駆動部分及びセンサー部分を示す構成図であり、図 1 ～図 10 と同一部分には同一符号を付して説明を省略し、ここでは異なる部分についてのみ述べる。

【0127】グローブ 203 における指感触再現・動作検出機能に関する構成部分は、手首に装着するグローブ本体 400 に設けられる指駆動部・センサー 404、3 次元センサー 243（右手の場合は 3 次元センサー 244）及び手首駆動部・センサー 405 と、使用者 5 の手に取り付けられる指先リンク 401、関節リンク 402 及び手首リンク 403 とからなっている。なお、図 10、図 11 は左手の場合を示しているが、右手も左手と同様に構成される。

【0128】ここで、指駆動部・センサー 404 並びに手首駆動部・センサー 405 は、それぞれ対応するセンサー 241（右手の場合はセンサー 242）と駆動部 245（右手の場合は駆動部 246）とが一体に構成されたものである。

【0129】さらに具体的には、グローブ 203 は、ワイヤー 399 が各指の指先リンク 401 から各関節に設けられた関節リンク 402 を介して指駆動部・センサー 404 に取り付けられる。指駆動部・センサー 404 にてリンク間のワイヤー長さ（以下、リンクの長さともいう）を仮想空間内の物体に併せて変更することで各指の可動範囲を決定するようになっている。センサー 241、242 でリンクの長さを監視して駆動部 245、246 に空間状態管理装置 201 からの可動域の指示を与える。駆動部 245、246 は仮想空間内で触っている物体の反力を与えたり、可動域より動かないように固定したりするようになっている。

【0130】また、手首リンク 403 からワイヤー 399 が手首駆動部・センサー 405 に取り付けられ、手首リンク 403 との間のワイヤー長さをセンサー 241、242 で監視して駆動部 245、246 に空間状態管理装置 201 からの可動域の指示を与える。駆動部 245、246 は仮想空間内で触っている物体の反力を与えたり、可動域より動かないように固定したりするようになっている。なお、手首駆動部・センサー 405 のセットは図 10、図 11 に示すように 4 セット設けられる。

【0131】また、腕の位置を監視するために 3 次元センサー 243、244 で位置・傾き・移動速度を監視するようになっている。

【0132】次に、図 12 を用いて掌感触再現機能に関する構成を説明する。図 12 はグローブの掌触感を体感する駆動部分について示す構成図であり、図 1 ～図 11 と同一部分には同一符号を付して説明を省略し、ここでは異なる部分についてのみ述べる。グローブ 203 における掌感触再現機能に関する構成部分は、グローブ本体 400 に設けられる前後駆動部 505 と、この前後駆動部 505 に設けられるリンク駆動部 504 と、リンク駆

動部 504 に取り付けられたリンク A 502 及びリンク B 503 と、リンク A 502 ～リンク B 503 間に設けられた感触部 501 とからなっている。

【0133】具体的には、掌感触再現機能は、感触部 501 により掌に感触を与えるものである。このために、リンク A 502 とリンク B 503 とは、止め部 507 により中間で固定され、かつ止め部 507 を中心に回転するようになっている。図 12（b）に示すように、リンク駆動部 504 の移動部 508 が長さ方向にリンク A 502 を動かすことで感触部 501 が押されて変形し仮想空間内の物体形状に合わせる構造となっている。また、リンク駆動部 704 の移動部 509 が高さ方向にリンク B 503 を動かすことにより手との角度を変更できる構造となっている。さらに前後駆動部 505 によって感触部 501 と手の距離を変更できる構造となっている。

【0134】次に、図 13 を用いて温度再現機能に関する構成を説明する。図 13 はグローブにおける温度感覚を体感するための温度コントロール部及び温度センサーの配置例を示す図であり、図 1 ～図 12 と同一部分には同一符号を付して説明を省略し、ここでは異なる部分についてのみ述べる。グローブ 203 における温度再現機能に関する構成部分は、感触部 501 の裏側（掌と反対側）に温度コントロール部 247a（右手の場合は温度コントロール部 248a）が取り付けられ、温度コントロール部 247a に温度センサー 247b（右手の場合は温度センサー 248b）が取り付けられてなっている。

【0135】ここで、温度コントロール部 247a、248a は温度情報を感触部 501 に与え、温度センサー 247b、248b は温度の制御を行う構造となっている。

【0136】次に、以上のように構成された本実施形態における仮想空間体感装置の動作について説明する。

〔動作検出機能〕図 14 は各指の駆動並びに位置検出を行う様子を示す図である。

【0137】同図に示すように、仮想空間体感グローブ 203 においては、ワイヤー 399 が指の各部に装着された指先リンク 401 と関節リンク 402 を介して指駆動部・センサー 405 に接続されている。この状態で指駆動部・センサー 405 からワイヤー 399 を送り出すことにより指先リンク 501 までの長さが長くなり指の関節は曲がる方向に動かされる。

【0138】図 14 を見て解るように指の関節は握る方向にしか動かないため全体のリンク長を駆動部で変化させることで必要な可動範囲が確保される。また、仮想空間の物体に反力がある場合には、駆動部・センサー 405 からワイヤー 399 を引っ張ってリンク 401、402 に重さを与えることで感触が得られる。

【0139】図 15 は手首の駆動並びに位置検出を行う様子を示す図である。

10

20

30

40

50

【0140】グローブ203では、対角線上の4方向の位置に置いて、それぞれ手首リンク403からワイヤー399が手首駆動部・センサー405に接続される。図15に示すように手首を動かすことによりリンク長a、b（反対側にc、dがある）に相当するワイヤー長さが変更される。このリンク長a、b、c、dが手首駆動部・センサー405のセンサー部により監視されることで、手首の状態が検出される。また、3次元センサー243により腕の位置・傾き・移動速度が監視される。

【0141】また、図15に示されるように、手首を動かすことによりリンク長a、b、c、dの長さが変更される。さらに、手首駆動部・センサー405の駆動部分によりリンク長の範囲が制限されることで可動範囲が決定される。また、ワイヤー399を引っ張ることにより各リンク403にそれぞれの負荷をかけることで、重さが体感される。

【0142】次に、グローブの動作検出の流れを示す。

【0143】図16はグローブ動作検出の処理を示す流れ図である。

【0144】この処理のための演算は空間状態管理装置201の各グローブ動作検出部215、220において実行される。

【0145】まず、動作検出を行うために、指先や手首の動作を検出するセンサー241、242から値が入力される（u1）。このセンサー値と前回のセンサー値を保持したものとが比較される（u2）。この比較はセンサーで得られる3次元の座標X、Y、Zについて行われ、これら座標値に保持値との違いを検出した場合、動作ありと判断される。すなわちセンサー値と保持値が同一ならば（u2：No）、動作なしと判断され（u6）、ステップu7へ進む。

【0146】一方、上記比較で保持値とセンサー値の値に違いがあれば（u2：Yes）、動作有ありと判断される（u3）。動作ありと判断された場合、各座標値を元に移動量が計算される（u4）。この移動量はグローブの指先および掌の動作状況として空間状態管理部206へ伝送される。この計算の後、入力したセンサー値を保持値として保持される（u5）。この保持値は次の動作判断に用いられる。

【0147】最後に、対象とするセンサー値入力状態が判断され（u7）。これにより、グローブ全てに設置されているセンサー値の入力が完了したと判断された場合には、次の処理へ移行する（u7：Yes）。一方、入力が完了していない場合には（u7：No）、ステップu1に戻って一連の処理が繰り返される。

【0148】〔触覚再現機能〕次に、触覚再現の処理について図17を用いて説明する。ここでは掌触覚のみならず指触覚の再現についても併せて説明する。この触覚再現処理は、空間状態管理装置201において演算されるものである。

【0149】図17はグローブの触覚再現の処理を示す流れ図である。

【0150】まず、仮想空間中に使用者の手が物体に触れた場合、その物体の硬さデータが入力され（v1）、続いて、表面データが入力される（v2）。この硬さデータとは物体の「硬い／柔らかい」を示しているデータで、表面データは「つるつる／でこぼこ」などの状態を示している。これらデータは数値で物体データの一部として定義されている。データ入力の後、指位置と物体表面の評価が行われる（v3）。指が物体表面に触れていないと判断されると（v3：No）、ステップv8に進む。

【0151】一方、指が物体表面に触れていると判断されると（v3：Yes）、対象となる指のリンクの動作制限が開始される（v4）。動作制限にあたり、その物体の硬さを考慮する（v5）。例えば、スチール製の缶ならば、缶表面より先に指先が行かないようにリンク（ワイヤー）が制御される。また、ゴムボールの場合は、ボール表面より奥へ指先が行くように制御される。この際、指先がボールに食い込んでいる状態を表現するためボール表面より先に指が行く場合は、対象となる指に反力を返し、ある程度指先が進んだ時に動作が制限される。この反力および制限値は先ほどの硬さデータを元に決められる。

【0152】次に指先が物体表面を移動する状態が評価される（v6）。これは、指先が物体表面を撫ぜた状態を検出するものである。この移動がない場合（v6：No）にはステップv8に進む。一方、この評価で移動がある場合（v6：Yes）、物体表面の状態が表現される（v7）。ここでは、表面が「でこぼこ」なら、ワイヤー前後でリンクを細かく振動させ「でこぼこ」を表現させる。この振動の周期は指の移動速度に比例する。移動速度が早い場合には周期を短く、遅い場合には周期を長くする。物体の表面を表す座標データに細かいでこぼこが定義されていれば、指先移動時にこの座標データに従ってリンクを制御することは可能である。しかし、物体を3次元データで表現する場合、見た目の現実感を重視して表面はテクスチャ処理を行う場合が多く、表面の座標データは定義されていないことが多い。

【0153】これと同様の処理が掌についても行われる。指と物体との触覚処理が行われた後、掌と物体表面の位置関係が評価される（v8）。ここで掌が物体表面に触れている場合は、掌触覚用のリンクA502、リンクB503を動作させる（v9）。この場合、物体の硬さが指先と同様に考慮される（v10）。次に、掌が物体表面を移動したか否かが評価される（v11）。この評価で掌の移動を検知した場合、指先と同様の制御で掌に表面状態が再現される（v12）。

【0154】なお、掌の処理については図17に示すように指の処理の後に行われるとしたが、この掌処理は指

の処理と並列に行うようにしてもよい。その場合、ステップv8以降の掌処理を実行する前にステップv1、v2を行う必要がある。また、ステップv8～v12の掌触感再現は、図12に示す構成を用いて行うとしたが、この処理(v8～v12)に代えて、あるいはこの処理(v8～v12)とともに、手首リンク403及び手首駆動部・センサー405を用いてステップv8～v12と同様な処理を行うようにしてもよい。

【0155】[温度再現機能]次に、温度再現の処理について図17を用いて説明する。この温度再現処理は、空間状態管理装置201において演算される。

【0156】図18はグローブの温度再現の処理を示す流れ図である。

【0157】まず、初期データの中に物体の温度データが定義されており、かつ、グローブ203がその物体を握んだとき、当該物体についての温度データが入力される(w1)。次に、グローブ203に設けられている温度センサー247b、248bの値が入力される(w2)。さらに、この温度データとセンサー値が比較される(w3)。

【0158】この比較において、物体の温度データがセンサー値より大きい場合には(w3:Yes)、使用者に「暖かい」を体感させるために、温度コントロール部247a、248aに対して指先の温度を上昇させる制御が行われる。また、温度データがセンサー値より小さい場合(w3:No)、「冷たい」を体感させるため温度を降下させる制御が行われる(w5)。さらに、安全保護のため温度の上限/下限値が設定されており使用者の火傷および凍傷が防止されるようになっている。

【0159】このために、温度制御のあと、まず、温度センサー値と温度上限の比較が行われる(w6)。この比較でセンサー値が温度上限より大きい場合には(w6:Yes)、温度制御を停止するよう温度コントロール部247a、248aに指令される(w7)。一方、センサー値が温度上限以下であれば(w6:No)、さらに温度センサー値と温度下限との比較が行われる(w8)。この比較でセンサー値が下限以上であれば、ステップw2に戻り、温度制御のため再び温度センサー値の入力が行われる(w8:No)。センサー値が下限より低ければ温度制御を停止するよう温度コントロール部247a、248aに指令される(w7)。

【0160】上述したように、本発明の実施の形態に係る仮想空間体感装置は、グローブ20に各指の動作状態を監視するセンサーを備えて各指の動作状態を監視するようにしたので、仮想空間上に存在する物体との位置関係を監視することができる。

【0161】また、本実施形態によれば、グローブ203に、各指に触感を伝える駆動部を備えて駆動部から各指に必要な駆動を与え、物体にふれた場合には駆動部の動きを固定するようにしたので、触感を体感することが

できる。

【0162】さらに、本実施形態によれば、グローブ203に、手の位置及び傾きを監視するために状態監視センサーを備え、さらに、3次元センサーにより手首の状態と移動速度等を知るようにしたので、手首を含めた手全体の状態を監視することができる。

【0163】また、本実施形態によれば、グローブ203により手首位置制御用の駆動部によって手首に対して必要な方向からの力を加えるようにしたので、手の位置に応じて傾き等の感覚を与えることができる。さらに、物体にふれた場合には駆動部の動きを固定して動作制限を与えるようにしたので、物体の存在を手全体で体感することができる。

【0164】また、本実施形態によれば、掌への触圧覚や皮膚感覚を感じさせるために柔軟な板状の物質に力を加え、仮想空間の物体形状に近づけた変形をさせて掌へ触れるようにしたので、グローブ203によって触圧覚や皮膚感覚を与えることで物体を体感させることができる。

【0165】さらに、本実施形態によれば、指先および掌への温度感覚(暖かい、冷たい)などを再現するために電子式の温度制御素子(例えばペルチェ素子、電子式ヒータ)をグローブ203備えたので、物体に指先あるいは掌が触れた場合に、この温度制御素子により、接触部位に対して暖かい冷たいといった温度感覚を与えることができ、温度による物体体感を与えることができる。

【0166】さらに、本実施形態によれば、グローブ203は空間状態管理装置201からの指令に基づいて各指先および掌の駆動部の動作量を制御することにより、指先および掌に対する触感を与えることができる。

【0167】また、本実施形態によれば、グローブ203の動作状態は各指先および掌に設置されているセンサーを通して空間状態管理装置201に伝送される。この際、グローブ203の動作状態を統括的に監視するようにしたので、グローブの動作に応じた体感を与えることができる。

【0168】また、本実施形態によれば、グローブ203は空間状態管理装置201からの要求により、指先および掌に設置されている温度装置の温度を上昇/降下させる温度再現部を設けるようにしたので、指先および掌に効果的に温感を与えることができる。

【0169】(発明の第3の実施の形態)本実施形態では、第1の実施形態の仮想空間体感装置におけるヘッドマウントディスプレイ202について説明する。なお、ヘッドマウントディスプレイ202の機能構成は、第1の実施形態にて図4に示した通りである。

【0170】図19はヘッドマウントディスプレイの一例を示す構成図であり、図1～図18と同一部分には同一符号を付して説明を省略し、ここでは異なる部分についてのみ述べる。

【0171】このヘッドマウントディスプレイ202は、人間の頭部の目及び耳の部分が覆われるように装着されるリング状の本体部601と、この本体部601に、図19に示すように、左側映像表示部230、左側液晶部231、右側映像表示部232、右側液晶部233、左側カメラ234、右側カメラ235、音声入力部236、3次元センサー237、左側音声出力部238及び右側音声出力部239が設けられて構成されている。

【0172】右側映像表示部232と左側映像表示部230は、仮想空間の映像を見て視覚効果が得られるように映像を表示する。また右側液晶部233と左側液晶部231は、外部の景色を見るために設けられている。さらに右側カメラ235と左側カメラ235は外部映像取り込み用に右側液晶部233と左側液晶部231の外側にそれぞれ取り付けられている。

【0173】右側音声出力部239と左側音声出力238は、仮想空間の音声を再生するために設けられ、耳に入る直接音を聞くように配置されている。また、音声入力部236は音声入力による命令や会話用に用いられるようにになっている。さらに、3次元センサー237は使用者がどこを見ているのか等の監視するために頭の位置・傾き・移動速度を監視するようになっている。

【0174】次に、以上のように構成された本実施形態における仮想空間体感装置の動作について説明する。基本的な動作は、第1の実施形態で説明した通りである。ここではヘッドマウントディスプレイの立体映像表示機能、画像合成機能及び音声処理について説明する。図20はヘッドマウントディスプレイの立体映像表示機能を説明するための図である。

【0175】同図に示すように、矢が自分にめがけて飛んできた場合に左右の目には視差が発生する。矢が近づけば近づくほど通常は視差が大きくなり、左側映像611右側映像612のように映し出される。人間の目は通常左右の映像を合成して距離感を求めている、このことを利用して仮想空間の立体映像を表示することにより現実に近い映像を見せるようになっている。

【0176】図21はヘッドマウントディスプレイの画像合成機能を説明するための図である。

【0177】映像表示部230、232の外側には、ディスプレイ外側の景色を透過・非透過切り換えを行うための液晶部231、233が設けられ、この液晶部231、233は外部からのコントロールにより液晶の開閉を行える構造となっている。また、カメラ234、235を用いて外部映像を取り込み、その外部映像内の情報を読み取って仮想空間の一部に重ねて表示できるようになっている。その演算処理は空間状態管理装置201にて行われる。

【0178】図21を用いて画像合成の例を説明する。目で見て実際の景色中に、仮想空間内で作成された

花びん626を合成する場合を考える。ここで、実際の景色中には、机625がある。

【0179】この場合、まず、机625をカメラ部234、235で取り込まれる。この取込画像と仮想空間内の花びん626との両者の位置が比較されることで、画像表示部230、232のどこの位置に花びん626を映し出せば現実の景色と一致するかが空間状態管理装置201により決定される。その上で画像表示部230、232に上記花びん626のみが表示される。画像表示部230、232への花びん626の表示後、液晶部1101を開けることにより目624には机625上に花びん626が載っているように見える。

【0180】また、仮想空間体感装置では、使用者の発話により動作を制御可能となっている。この点につき、音声入力部236（以下、マイクともいう）からの音声入力に対応した音声処理について説明する。

【0181】図22は音声処理を示す流れ図である。

【0182】まず、音声はマイクによって仮想空間体感装置に入力される（x1）。次に、この入力された音声はヘッドマウントディスプレイ制御部207の音声認識部213にてテキストに変換され、さらに空間状態管理部206に入力される（x2）。このテキストと動作命令データ記憶部631に予め登録されている動作命令と比較される。なお、動作命令データ記憶部631は、仮想空間データ記憶装置200に設けられていてもよく、また、空間状態管理装置201内の記憶装置に設けられていてもよい。

【0183】上記比較のために、動作命令データ記憶部631から空間状態管理部206にデータが入力され（x3）、これらの比較が実行される（x4）。両者が一致した場合には（x4：Yes）、その動作命令が実行される（x6）。一致しない場合には（x4：No）、全動作命令との比較が完了していない限りステップx3に戻り（x5：No）、次の動作命令データが入力される。また、ステップx5において、登録されている全データとの比較が完了した場合には（x5：Yes）、対応する命令なしと判断される（x7）。

【0184】上述したように、本発明の実施の形態に係る仮想空間体感装置は、ヘッドマウントディスプレイを、左右独立した画像表示部と左右独立した音声出力部と音声入力するためのマイク、自分の視界に合わせた映像を取り込むことが可能なカメラと位置、移動速度、傾きを監視できる3次元センサーから構成させたので、立体映像の表示やリアルな音の再現を行うことができる。

【0185】また、本実施形態によれば、ヘッドマウントディスプレイ202の左右独立した画像表示部を用いたので、左右の両眼視差と動眼視差を利用した立体映像を表示することができ、ひいては仮想空間内の遠近感を体感できる。

【0186】また、本実施形態によれば、ヘッドマウン

トディスプレイ 202 の画像表示部は透過方式にも切替可能な構造を有しており、ヘッドマウントディスプレイに取り付けられたカメラを使用して実際の景色内の物体の位置検出を行うようにしたので、透過で見ている景色内に仮想空間で作成した画像を合成して見せることができる。つまり、仮想空間に現実の風景などを取り込むことができる。

【0187】さらに、本実施形態によれば、ヘッドマウントディスプレイ 202 の音声入力部を用いて音声入力を行うことで空間状態管理装置に動作命令を与えることができる。

【0188】（発明の第 4 の実施の形態）本実施形態では、第 1 の実施形態の仮想空間体感装置における運動体感装置 204 について説明する。なお、運動体感装置 204 の機能構成は、第 1 の実施形態にて図 6 に示した通りである。

【0189】この運動体感装置 204 においては、図 1 に示すように、装置台 1 の上で傾斜駆動部 4 によって左右回転リング 2、さらには前後回転リング 3 が支えられている。さらに、この前後回転リング 3 の内面に駆動部とセンサーが一体になった駆動部センサーが設けられて使用者 5 が支えられている。

【0190】ここで、図 1 に示す装置台 1 は台表面が緊急停止センサー 1a になっており、台の上にもものが触れると停止するようになっている。例えば使用者が身につけている物を落下させたり、使用者以外が台 1 に触れた場合には、停止信号が空間状態管理装置 201 に送信され、システムが停止する仕組みになっている。

【0191】また、傾斜駆動部 4 は、左右回転リング 2 と前後回転リング 3 を前後左右に傾斜させることが可能な構造となっている。

【0192】左右回転リング 2 は前後回転部 3 を取り付けている軸が左右に移動して前後回転リング自体を左右に動かす構造となっている。前後回転リング 3 はその軸を中心に回転でき、この回転を組み合わせることで平衡感覚と加速感覚を体感させる構造となっている。

【0193】さらに、前後回転リング 3 内において使用者 5 を支える各駆動部センサー（図 1 には図示せず）は、センサー部分で当該使用者の状態を観測するとともに、駆動部分で平衡感覚・加速度感覚の体感を与えるものである。

【0194】図 23 は運動体感装置における駆動部センサーの配置構成を示す正面図であり、図 1～図 22 と同一部分には同一符号を付して説明を省略し、ここでは異なる部分についてのみ述べる。

【0195】また、図 24 は運動体感装置における駆動部センサーの配置構成を示す側面図であり、図 1～図 23 と同一部分には同一符号を付して説明を省略し、ここでは異なる部分についてのみ述べる。

【0196】図 23、図 24 に示すように、運動体感装

置 204 の中では使用者 5 の各関節部を駆動部 251 が保持しており、仮想空間内での制限に併せて動作範囲の設定及び負荷を駆動部 251 が駆ける構造となっている。各駆動部 251 は、図 23、図 24 に示すように 2 本の駆動部で対となっており、それぞれの駆動部の長さを変えることで方向を変えることができる構造となっている。また、第 1 の実施形態で説明したように、これらの各駆動部 251 は対応するセンサー 252 と対になって一体構造となっており、各体位部に設けられる 2 本の駆動部それぞれ対応してセンサーが設けられる。

【0197】したがって、各関節部は、センサー 251 と駆動部 252 の対応部分の対からなる頭部駆動部センサー 701、背部駆動部センサー 702、腰部駆動部センサー 703、尻部駆動部センサー 704、左肩部駆動部センサー 705、右肩部駆動部センサー 706、左肘部駆動部センサー 707、右肘部駆動部センサー 708、左膝部駆動部センサー 709、右膝部駆動部センサー 710、左足部駆動部センサー 711 及び右足部駆動部センサー 712 から構成される。

【0198】次に、運動体感装置 204 による周囲音場再現のための構成について説明する。図 25 は運動体感装置における周囲音場再現のための構成を示す図である。すなわち運動体感装置 203 の前後回転リング 3 には、使用者 5 に向けて環境音声出力されるように、使用者 5 の背面側の環境音声出力部 803、前面側の環境音声出力部 804、右面側の環境音声出力部 805、左面側の環境音声出力部 806 が取り付けられている。これらの各環境音声出力部 803～806 は、仮想空間内の音の発生場所や反響を正確に反映し周囲音場を再現する構造となっている。

【0199】次に、以上のように構成された本実施形態における仮想空間体感装置の動作について説明する。まず、各駆動部による姿勢制御について説明する。

【0200】図 26 は姿勢制御の処理を示す流れ図である。姿勢制御は仮想空間の状態に応じて、使用者 5 の動作を制限する機能である。例えば、床を歩く動作では、「歩く」動作に対応して、脚の可動範囲は、床面となり、床面より下に脚が行かないように制御する。すなわち、前後左右には動けるが、脚動作の下限は床となる。

【0201】使用者の姿勢制御にあたり、まず、空間状態管理装置 201 において仮想空間状態が把握される。これは、使用者 5 が体感している環境、配置されている物体などの状態が把握される（y1）。次に、身体各部分の位置と動作状況から移動量が把握される（y2）。移動量の把握は身体動作検出部で行われる。これらの情報を元に仮想空間中の配置物と身体位置から、空間状態管理装置 201 において物体に接触している身体部分が検出される（y3）。

【0202】この検出（y3）で物体との接触が検出された場合（y4）、その身体部位が可動範囲以内かの判

断が行われる (y 5)。この判断で、可動範囲以内であればその動作が許容される (y 6)。一方、身体部位の位置が可動範囲を越えていれば動作が制限される (y 7)。すなわち、駆動部によって先の床面より下に脚がいかないようにするものである。

【0203】次に、センサー251及び空間状態管理部201の身体動作検出部224による身体動作検出について説明する。

【0204】図27は身体動作の検出処理を示す流れ図である。

【0205】まず、動作検出を行うため、腕、脚などの動作を検出するセンサー251から値が身体動作検出部224に入力される (z 1)。次に、このセンサー値と前回のセンサー値を保持したものとが比較される (z 2)。この比較で保持値とセンサー値の値に違いがあれば (z 2: Yes)、動作有ありと判断される (z 4)。センサー値と保持値が同一ならば (z 2: No)、動作なしと判断される (z 3)。この比較はセンサーで得られる3次元の座標X、Y、Zについて行われ、これら座標値に保持値との違いを検出した場合、動作ありと判断される。

【0206】動作ありと判断された場合、身体動作検出部224において各座標値を元に移動量が計算される (z 5)。この移動量は使用者の腕、脚などの身体部位の動作状況として空間状態管理部206へ伝送される。この計算の後、次の動作判断に用いるために入力したセンサー値が新たな保持値される (z 6)。

【0207】そして、対象とするセンサー値入力状態が判断される (z 7)。この判断において、運動体感装置全に設置されているセンサー値の入力が完了した場合は、次の処理へ移行する (z 7: Yes)。入力が完了していない場合には (z 7: No)、ステップz 1に戻って一連の処理が繰り返し行われる。

【0208】次に左右前後の内外リング2、3に対する制御について説明する。図28は内外リングの制御処理を示す流れ図である。内外のリング (内側リング; 前後回転リング2、外側リング; 左右回転リング3) は、使用者5に、加速感、上昇又は下降感などを与えるためのものである。これらのリング制御は空間状態管理装置201の外側リング制御部226及び内側リング制御部227によって行われる。

【0209】まず、左右方向の制御を行っている左右回転リング2 (外側リング) の制御から述べる。リングの制御には、まず、仮想空間の状態が把握される必要がある (a 1)。これは、使用者5の動作によって、物体移動、身体位置移動などが発生するからである。次に、使用者の身体位置が把握される (a 2)。これは、身体動作検出部224およびグロブ動作検出部215、220からの情報が、空間状態管理部206へ伝送され、ここで、情報が統合される。この統合情報を再び運動体感

装置制御部209入力するものがある。これら情報を元にリング制御が行われる。

【0210】まず、入力情報から身体の慣性計算が行われる (a 3)。計算結果から慣性の有無が判断される

(a 4)。この判断で慣性が無ければ (a 4: No)、ステップa 1に戻り、再度、仮想空間状態の把握からやり直される。慣性があれば (a 4: Yes)、仮想空間上での身体の移動速度が把握される (a 5)。続いて身体の移動方向が把握される (a 6)。

【0211】これら速度および方向から、左右方向の制御要素若しくは前後方向の制御要素の何れかが選択されるが (a 7)、ここでは左右方向の制御要素が選択されるものとする。

【0212】すなわち左右方向の制御要素が選択されることで (a 8)、外側リング制御が開始される (a 9)。この制御では、方向を変える場合の向き、および角度などを把握した情報を元に動作を決める。もし、向き変更要求が左なら (a 10)、移動速度を考慮して左にリングを回転させる (a 11)。向き変更が左ではない場合、右向きの要求か否かが判断され (a 12)、要求があれば、同様に移動速度を考慮して右にリングを回転させる (a 13)。ステップa 12でNoの場合、あるいはステップa 11、a 13の処理が終了した場合はステップa 1に戻る。

【0213】次に、ステップa 7で前後制御要素が選択されて内側リングが制御する場合を説明する。内側リングは前後方向の制御を行うものでありこの制御においても、先の外側リングと同様に、仮想空間状態の把握 (a 1)、身体部位の把握 (a 2)、身体慣性の計算 (a 3)、慣性の有無判断 (a 4)、移動速度の把握 (a 5) および身体移動方向の把握 (a 6) の順に処理が行われる。

【0214】次の制御要素の選択 (a 7) にて、前後方向の制御要素が選択されると (a 14)、内側リングの制御が開始される (a 15)。この制御で前傾きの要求が出ていれば (a 16)、移動速度を考慮して前方にリングを回転させる (a 17)。前傾きの要求がなければ、後傾きの要求があるかが判断され (a 18)、後傾き要求があれば移動速度を考慮してリングを後方向に回転させる (a 19)。ステップa 18でNoの場合、あるいはステップa 17、a 19の処理が終了した場合はステップa 1に戻る。

【0215】上述したように、本発明の実施の形態に係る仮想空間体感装置は、運動体感装置204に、左右方向への回転運動用のリングとその内側に前後方向への回転運動を行うリングとリング自体を傾斜させる駆動部を設けたので、それぞれの回転の組合せと傾斜リングによる運動感覚の平衡感覚と加速度感覚を体感することができ。

【0216】また、本実施形態によれば、運動体感装置

204は内側の前後回転リングから駆動部によって使用者5の体を保持するようにしたので、体の各関節に移動位置の制限や重さを与えることで運動を体感させることができる。

【0217】また、本実施形態によれば、運動体感装置204は各リング位置や駆動部の位置を知るための状態監視センサーを設けたので、リング位置と駆動部の位置により体の動作状態を監視することができる。

【0218】さらに、本実施形態によれば、運動体感装置204のリングには複数のスピーカーが設置されており、リングから周囲で発生する音の方向と位置を調整して効果音を発生させるようにしたので、人間の耳に実際に聞こえる効果的な臨場感を演出したり、音場を動かすことで平衡感覚を演出することができる。

【0219】さらに、本実施形態によれば、運動体感装置204は空間状態管理装置201からの要求により、身体各部の駆動部を制御するようにしたので、使用者5の姿勢に応じた体感を与えることができる。

【0220】さらに、本実施形態によれば、運動体感装置204は身体の動きを駆動部で検出し、この情報を空間状態管理装置201に伝送するようにしたので、使用者5の身体の動作に応じた体感を与えることができる。

【0221】また、本実施形態によれば、運動体感装置204は空間状態管理装置201からの要求により、左右方向への回転運動を制御する回転運動用リングの動きを制御するようにしたので、使用者の左右方向への動きを体感させることができる。

【0222】また、本実施形態によれば、運動体感装置204は空間状態管理装置201からの要求により、前後方向への回転運動を制御する回転運動用リングの動きを制御するようにしたので、使用者5の前後方向への動きを体感させることができる。

【0223】（発明の第5の実施の形態）本実施形態では、第1の実施形態の仮想空間体感装置における運動機能測定装置205について説明する。なお、運動機能測定装置205の機能構成は、第1の実施形態にて図7に示した通りである。

【0224】図29は運動機能測定装置を構成する各センサーを使用者に装着した状態を示す図であり、図1～図28と同一部分には同一符号を付して説明を省略し、ここでは異なる部分についてのみ述べる。

【0225】同図に示すように、使用者5に対し、運動機能測定装置205を構成する心拍数センサー262と血圧センサー261とが装着され、使用者5の心拍数、血圧が測定されるようになっている。測定値は、空間状態管理装置201における運動機能測定部210の寝台データ入力部228に入力され、さらに空間状態管理部206に入力されるようになっている。また、心拍数、血圧が上がった場合にはシステムの動作を停止させ、使用者5の安全性を確保する構造となっている。

【0226】次に、以上のように構成された本実施形態における仮想空間体感装置の動作について説明する。図30はセンサー値の評価処理を示す流れ図である。この処理は、主として、空間状態管理装置201にて行われる。

【0227】まず、使用者5の身体データとして、身長、体重、性別、体調などが入力される（b1）。これらデータを元に血圧、心拍数などの制限値が算出される（b2）。この後、仮想空間を体感している使用者5の血圧センサー値が血圧測定センサー261から入力される（S3）。この入力値は先ほど算出した血圧制限値と比較される（b4）。この比較で、血圧値が制限値を越えている場合（b4：No）、装置を停止する（b9）。制限値以下であれば（b4：Yes）、血圧は安全値と判断される（b5）。

【0228】同様に、心拍数のセンサー値が心拍数測定センサー262から入力され（b6）、この入力値と心拍数の制限値の比較が行われる（b7）。ここで、心拍数が制限値を越えていれば（b7：No）、装置を停止する（b9）。逆に制限値以下であれば（b7：Yes）、心拍数は安全値と評価される。なお、これらの処理は周期的に行われる。

【0229】上述したように、本発明の実施の形態に係る仮想空間体感装置は、心拍数・心電図センサー261、262を用いて測定を行い、異常を検出すると装置を停止するようにしたので、仮想空間内での使用者の安全を確保した運用を行うことができる。

【0230】（発明の第6の実施の形態）本実施形態の仮想空間体感装置は、第1～第5の仮想空間体感装置における仮想空間データ記憶装置200に仮想空間を構築するための環境データ、物体データおよび音響データなどを記憶するとともに、これらデータを変更することで柔軟な仮想空間変更が行えるものである。

【0231】図31は本実施形態に係る仮想空間体感装置に用いられる仮想空間データの概念例を示す図である。

【0232】本実施形態の仮想空間体感装置は、同図に示す仮想空間データが仮想空間データ記憶装置200に格納されるとともに、空間状態管理装置201がこれらの各データを変更や追加して利用できるようになっている他、第1～第5の実施形態と同様に構成されている。

【0233】また、図31においては、仮想空間データ1101は、仮想空間を構築するための環境データ1102、仮想空間中に配置される物体データ1103に分類される。この物体データ1103は、空間上に配置されているデータ毎に独立したデータから構成されている。図32では、物体#1データ1104、物体#2データ1105～物体#nデータ1106が対応する。

【0234】環境データ1102は、使用者5が体感する想定場面に応じて、データ項目が変わるが、基本的に

は空間の大きさ、照明、環境音及び各物体を配置する初期座標からなる。この他、想定場面の特定情報などを設定する場合もある。

【0235】物体データ1103としては、仮想空間中にあるさまざまな物の形のCADデータ、物の動作ルールを規定した動作データ、動作したときに発する物体固有の音データ、物体表面の状態（でこぼこ／つるつる、など）を示す表面係数、物体の硬さを示す反力係数等が設定され、必要に応じて物体特定情報も設定される。

【0236】これらデータは、変更可能であり、仮想空間データを全て変更すれば、使用者が体験する仮想空間を全面的に変更することができる。もちろん、配置物体はそのまま環境データのみを変更する、または各物体データを変更、追加するなどということも可能である。

【0237】次に、以上のように構成された本実施形態における仮想空間体感装置の動作について説明する。ここでは、部屋の中にテーブルがあり、その上にコップが置いてある場面を想定する。環境データ1102には、仮想空間の大きさとして部屋の四方の壁までの距離が定義され、部屋の中を見渡すため明るい電灯が天井にある状態が照明データとして定義される。壁、床の色、材質などは物体データ1103で定義する。

【0238】物体データ1103では、部屋に置かれているテーブル、コップの形状データなどが定義される。動作データとしては、部屋に入るためのドアを例にすると、ヒンジを支点に、0°～90°回転する。回転は使用者の身体部位が触れた時に空間状態管理部206により行われる。この空間に追加物体として椅子が配置される場合、椅子の物体データが入力され、環境データ1102により椅子が配置する座標が定義される。これにより仮想空間中に椅子を追加することが可能となる。

【0239】上述したように、本発明の実施の形態に係る仮想空間体感装置は、仮想空間データ記憶装置200から仮想空間を構築するための環境データ、物体データおよび音響データなどを変更自在に空間状態管理装置201に与えるようにしたので、これらデータを変更することにより柔軟な仮想空間変更、すなわち環境、構成装置等を柔軟に変更することができる。

【0240】例えば使用者の体験状況、体調に応じて、環境データを変更することにより使用者に提供する映像を容易に切り替えることができる。

【0241】（発明の第7の実施の形態）上記第1～第6の実施形態では、まず、第1の実施形態において仮想空間体感装置の全体説明及び空間状態管理装置の詳細説明を行い、第2～第5の実施形態において、それぞれグローブ、ヘッドマウントディスプレイ、運動体感装置及び運動機能測定装置の詳細説明を行った。さらに、第6の実施形態で仮想空間データ記憶装置200に記憶され、提供される仮想空間データについて説明した。以下の実施形態においては、この第1～第6の実施形態の仮

想空間体感装置における変形例あるいは改良例について説明する。

【0242】本実施形態の仮想空間体感システムは、第1～第6の仮想空間体感装置を複数使用して他者と同じ空間を共有して使用することにより距離等を関係なく他の仮想空間体感装置の相手とコミュニケーションを取ることが可能とするものである。

【0243】図32は複数台の仮想空間体感装置を接続する様子を示す図であり、図1～図31と同一部分には同一符号を付して説明を省略し、ここでは異なる部分についてのみ述べる。

【0244】同図に示すように、仮想空間体感システムは、仮想空間体感装置1001と仮想空間体感装置1002とがそれぞれの空間状態管理装置201に通信装置（図示せず）を備えるとともに、その通信装置間を通信媒体1003により接続して構成している。また、各仮想空間体感装置1001、1002の空間状態管理部206は、仮想空間体感装置間で送受する一つのデータ等に基づいて仮想空間を共有できるように構成されている。なお、上記点を除き、各仮想空間体感装置1001、1002は、第1～第6の実施形態における装置と同様に構成されている。

【0245】次に、以上のように構成された本実施形態における仮想空間体感システムの動作について説明する。仮想空間体感装置1001及び1002の仮想空間を共有する場合には、各空間状態管理装置201の管理する使用者位置、環境情報等の情報が通信媒体1003を介して双方向で通信される。通信を受けた側の空間状態管理装置201は受信情報をその仮想空間に反映させる。これにより、仮想空間体感装置1001と仮想空間体感装置1002との仮想空間が共有され、ひいては両装置上の使用者5は同一仮想空間中における体感を得ることになる。

【0246】上述したように、本発明の実施の形態に係る仮想空間体感システムは、当該仮想空間体感装置本体を複数使用して他者と同じ空間を共有して使用するようにしたので、現実の距離等に関係なく仮想空間上で相手とコミュニケーションを取ることができる。

【0247】（発明の第8の実施の形態）本実施形態の仮想空間体感装置は、第1～第6の仮想空間体感装置において人間の運動機能の筋力向上のために各駆動部の動作範囲を規定し、反発力を与えることにより運動機能向上に必要な筋力の強化等を行えるようにしたものである。

【0248】この仮想空間体感装置は、各駆動部の動作範囲を筋力の強化等を行える範囲に規定する他、第1～第6の仮想空間体感装置と同様に構成されている。

【0249】次に、以上のように構成された本実施形態における仮想空間体感装置の動作について説明する。図33は筋力向上のための反発力発生の処理を示す流れ図

10

20

30

40

50

である。

【0250】同図にいう反発力は運動体感装置204の各駆動部を制御することで与えられる。この制御は姿勢制御にて行われる。このため反発力の発生は姿勢制御部で動作許容と判断された場合に行われる。

【0251】まず、姿勢制御部で動作許容が判断された場合(c1)、反発力発生の有無が判断される(c2)。この判断で、反発力発生要求があれば(c2:Yes)、反発係数が入力される(c3)。この係数は、使用者5が音声又はハード機器から入力する他、各データに予め登録しておくことも可能である。反発力係数の入力完了後、筋力向上を対象とする身体部分の駆動部に反発力の模擬が行われる(c4)。

【0252】上述したように、本発明の実施の形態に係る仮想空間体感装置は、人間の運動機能の筋力向上のために各駆動部の動作範囲を規定し、必要な重さを与えるようにしたので、運動機能向上に必要な筋力の強化等を行うことができる。

【0253】(発明の第9の実施の形態)本実施形態の仮想空間体感装置は、第1～第6の仮想空間体感装置において人間の運動機能の測定を行うために映像・音声を用いて動作までの反射運動、動作時の筋力測定等を行えるようにしたものである。

【0254】この仮想空間体感装置は、各種測定のための測定プログラムが空間状態管理装置201に設けられる他、第1～第6の仮想空間体感装置と同様に構成されている。

【0255】次に、以上のように構成された本実施形態における仮想空間体感装置の動作について説明する。図34は反射運動及び筋力測定処理を示す流れ図である。

【0256】同図に示すように、反射および筋力を測定するには、まず、測定対象とする身体部として腕、脚などの設定が行われる(d1)。

【0257】次に、この対象部分の駆動部に筋力測定用の反力を設定する(d2)。反射運動の時間測定の場合はこの設定はしなくてもよい。

【0258】これら、設定が完了したなら、反射運動測定の開始トリガを発生させる(d3)。このトリガは映像・音声など開始測定のきっかけとなる動作である。このトリガ発生と同時に反応時間の測定を開始させる(d4)。その後、測定継続状態を経て(d5)対象とした動作の検知が行われる(d6)。動作が検知されない場合(d6:No)、ステップd5に戻って時間測定が継続され、動作が検知された場合(d6:Yes)、反応時間の測定が完了し(d7)、同時に筋力が測定される(d8)。

【0259】上述したように、本発明の実施の形態に係る仮想空間体感装置は、人間の運動機能の測定を行うようにしたので、映像・音声を用いて動作までの反射運

動、動作時の筋力測定等を行うことができる。

【0260】(発明の第10の実施の形態)本実施形態の仮想空間体感装置は、第1～第6の仮想空間体感装置において人間の運動機能の柔軟性向上のために各駆動部に必要な重さを与え、静的柔軟運動や動的柔軟運動、反射による柔軟運動を強制的に与えることにより運動機能の柔軟性の向上を行えるようにしたものである。

【0261】この仮想空間体感装置は、各種の柔軟運動プログラムが空間状態管理装置201に設けられる他、第1～第6の仮想空間体感装置と同様に構成されている。

【0262】次に、以上のように構成された本実施形態における仮想空間体感装置の動作について説明する。図35は柔軟運動機能の処理を示す流れ図である。

【0263】同図に示すように、柔軟運動を行うにあたり、まず、個人データが入力される(e1)。この個人データとして、使用者の年齢、性別、身長、体重およびその日の体調が入力される。これらの入力データから柔軟度が計算される(e2)。この計算結果から使用者5に与える重さが空間状態管理装置201において計算される。さらに、柔軟体操のデータが入力され(e3)、身体各部の駆動部が制御される(e4)。柔軟運動の順序、動かす部分は、この柔軟体操のデータに入力されている。

【0264】すなわち、上記計算(e2)及び入力(e1, e3)が完了した後、身体各部の駆動部が制御されるものである(e4)。この制御には先に計算した柔軟度などが考慮される。さらに、駆動部の動作確認として身体状態が入力される(e5)。ここでは、腕、脚など身体位置の他に、駆動部にかかる抵抗が入力されており、もし、この身体抵抗が大きければ(e6:Yes)、駆動部の動作が制限される(e7)。これは、身体を無理に曲げないための配慮である。身体抵抗が小さければ(e6:No)、ステップe4に戻り繰り返し身体部位の駆動部が制御される。

【0265】上述したように、本発明の実施の形態に係る仮想空間体感装置は、人間の運動機能の柔軟性向上のために各駆動部に必要な重さを与え、静的柔軟運動や動的柔軟運動、反射による柔軟運動を強制的に与えるようにしたので、運動機能の柔軟性の向上を行うことができる。

【0266】

【実施例】ここで、上記実施形態の実施例について説明する。

【0267】本発明の実施例に係る仮想空間体感装置は、2重リングの内側に身体を固定する駆動部が設置されている。各身体関節はこの駆動部によって支持されており、仮想空間の状態により身体の姿勢を制御する。

【0268】また、外側のリングは左右方向に回転し、内側のリングは前後方向に回転する。例えば、水面をク

10

20

30

40

50

ロールで泳いでいる場面を想定する。人間が水面をクロールで泳ぐ場合、身体はうつ伏せの状態となり、ばた足で腕を回転させている状態である。このため、内側リングが前方向に回転し、同時に使用者の身体部位を支持している駆動部で胴、腕、脚などを支持する。

【0269】空間状態管理装置201には、環境データとして水面を、物体データとして水を、音響データとして水しぶきの音などの環境データが仮想空間データ記憶装置200から入力される。

【0270】ヘッドマウントディスプレイ202には、10 水面の映像が表示され、泳ぐ動作とともに、水面を前進している映像が写し出される。また、泳ぐ動作と連動して、水しぶきの音が再現される。

【0271】運動体感装置204では、仮想空間中の水中にある腕および足には水の抵抗を再現する。これにより、使用者は「泳ぐ」ことを仮想体験できる。

【0272】足および腕の動きは、身体部位のセンサー251を介して、身体動作検出部224へ入力され、ここで身体状態の情報を適正化して空間状態管理装置201へ伝送される。

【0273】ここで、例えば使用者がマイクに向かって「システム停止」と発話した場合、これが音声認識部213で認識され、空間状態管理装置201にシステム停止の要求が出力される。

【0274】次に、物体を掴んだ時の感触再現と温度再現の例としてテーブルの上にお湯の入ったコップを手に取りる場面を想定する。

【0275】空間状態管理装置201には仮想空間データ記憶装置200から環境データとしてテーブル、コップおよびお湯の物体データとこれら物体が配置されている部屋の照明、壁色などの環境データなどが入力される。物体データには「お湯」の温度データも含まれており、仮想空間中で、コップを手を取った時、温感の再現を行う。

【0276】使用者は仮想空間中でテーブルに歩いて近づき、コップを手に取りる。この「歩く」動作は、運動体感装置204の身体動作検出部224にて検出される。仮想空間中で使用者がテーブル着いた後、コップを取る。さらに、コップの位置に手がかった時、手に圧力を体感させる。これにより使用者はコップをつかむ動作をするとともに手にさらに圧力を体感させて、コップをつかむ感覚を体感する。手の動きは左右のグローブにあるグローブ動作検出部215、220によって検知する。手に感触を再現するには、仮想空間状態管理装置201に入力される身体位置、手の位置と仮想空間中に配置されているコップの位置を評価することにより、手の駆動部245、246を制御して再現する。これと同時に温度制御部218、223を介して温度コントロール部247、248を制御してを行い手に「暖かい」という温感を与える。これにより、仮想空間中でコップのお

湯の温感を体感することができる。

【0277】なお、本発明は、上記各実施形態・実施例に限定されるものでなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々に変形することが可能である。また、各実施形態・実施例は可能な限り適宜組み合わせることで実施してもよく、その場合組み合わせられた効果が得られる。例えば各実施形態を組み合わせることによって病気や怪我等のリハビリや体験したことのないスポーツ等の体感も行うことができる。

【0278】また、実施形態・実施例に記載した手法は、10 計算機（コンピュータ）に実行させることができるプログラム（ソフトウェア手段）として、例えば磁気ディスク（フロッピーディスク、ハードディスク等）、光ディスク（CD-ROM、DVD等）、半導体メモリ等の記憶媒体に格納し、また通信媒体により伝送して頒布することもできる。なお、媒体側に格納されるプログラムには、計算機に実行させるソフトウェア手段（実行プログラムのみならずテーブルやデータ構造も含む）を計算機内に構成させる設定プログラムをも含むものである。20 本装置を実現する計算機は、記憶媒体に記録されたプログラムを読み込み、また場合により設定プログラムによりソフトウェア手段を構築し、このソフトウェア手段によって動作が制御されることにより上述した処理を実行する。

【0279】

【発明の効果】以上詳記したように本発明によれば、仮想現実空間において映像のみならず、触感、運動感覚などを体感することができる仮想空間体感装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る仮想空間体感装置の一例を示す全体構成図。

【図2】実施形態の仮想空間体感装置の機能的な構成を示すブロック図。

【図3】空間状態管理装置の構成例を示すブロック図。

【図4】ヘッドマウントディスプレイの構成例を示すブロック図。

【図5】体感グローブの構成例を示すブロック図。

【図6】運動体感装置の構成例を示すブロック図。

40 【図7】運動機能測定装置の構成例を示すブロック図。

【図8】仮想空間体感装置の全体的な処理を示す流れ図。

【図9】空間状態管理装置の処理を示す流れ図。

【図10】グローブの手の甲側に配置される駆動部分及びセンサー部分を示す構成図。

【図11】グローブの手の掌側に配置される駆動部分及びセンサー部分を示す構成図。

【図12】グローブの掌触感を体感する駆動部分について示す構成図。

50 【図13】グローブにおける温度感覚を体感するための

温度コントロール部及び温度センサーの配置例を示す図。

【図 1 4】各指の駆動並びに位置検出を行う様子を示す図。

【図 1 5】手首の駆動並びに位置検出を行う様子を示す図。

【図 1 6】グローブ動作検出の処理を示す流れ図。

【図 1 7】グローブの感触再現の処理を示す流れ図。

【図 1 8】グローブの温度再現の処理を示す流れ図。

【図 1 9】ヘッドマウントディスプレイの一例を示す構成図。 10

【図 2 0】ヘッドマウントディスプレイの立体映像表示機能を説明するための図。

【図 2 1】ヘッドマウントディスプレイの画像合成機能を説明するための図。

【図 2 2】音声処理を示す流れ図。

【図 2 3】運動体感装置における駆動部センサーの配置構成を示す正面図。

【図 2 4】運動体感装置における駆動部センサーの配置構成を示す側面図。 20

【図 2 5】運動体感装置における周囲音場再現のための構成を示す図。

【図 2 6】姿勢制御の処理を示す流れ図。

【図 2 7】身体動作の検出処理を示す流れ図。

【図 2 8】内外リングの制御処理を示す流れ図。

【図 2 9】運動機能測定装置を構成する各センサーを使用者に装着した状態を示す図。

【図 3 0】センサー値の評価処理を示す流れ図。

【図 3 1】本発明の第 6 の実施の形態に係る仮想空間体感装置に用いられる仮想空間データの概念例を示す図。 30

【図 3 2】複数台の仮想空間体感装置を接続する様子を示す図。

【図 3 3】筋力向上のための反発力発生の処理を示す流れ図。

【図 3 4】反射運動及び筋力測定の処理を示す流れ図。

【図 3 5】柔軟運動機能の処理を示す流れ図。

【符号の説明】

1…装置台

1 a…緊急停止センサー

2…左右回転リング

3…前後回転リング

4…傾斜駆動部

2 0 0…仮想空間データ記憶装置

2 0 1…空間状態管理装置

2 0 2…ヘッドマウントディスプレイ

2 0 3…体感グローブ

2 0 4…運動体感装置

2 0 5…運動機能測定装置

2 0 6…空間状態管理部

2 0 7…ヘッドマウントディスプレイ制御部

2 0 8…グローブ制御部

2 0 9…運動体感装置制御部

2 1 0…運動機能測定部

2 1 1…映像制御部

2 1 2…カメラ映像入力部

2 1 3…声認識部

2 1 4…ヘッドマウントディスプレイ位置認識部

2 1 5…左グローブ動作検出部

2 1 6…左グローブ位置認識部

2 1 7…左グローブ温感再現部

2 1 8…左グローブ感触再現部

2 2 0…右グローブ動作検出部

2 2 1…右グローブ部位置認識部

2 2 2…右グローブ温感再現部

2 2 3…右グローブ感触再現部

2 2 5…姿勢制御部

2 2 6…内側リング制御部

2 2 7…外側リング制御部

2 2 8…身体データ入力部

2 3 0…左側映像表示部

2 3 1…左側液晶部

2 3 2…右側映像表示部

2 3 3…右側液晶部

2 3 4…左側カメラ

2 3 5…右側カメラ

2 3 6…音声入力部

2 3 7…3次元センサー

2 3 8…左側音声出力部

2 3 9…右側音声出力部

2 4 1…左センサー

2 4 2…右センサー

2 4 3…左3次元センサー

2 4 4…右3次元センサー

2 4 5…左駆動部

2 4 6…右駆動部

2 4 7 a…左温度コントロール部

2 4 8 a…右温度コントロール部

2 4 7 b…温度センサー

2 4 8 b…温度センサー

40 2 5 1…センサー

2 5 2…駆動部

2 5 3…左右回転駆動部

2 5 4…前後回転駆動部

2 6 1…圧測定センサー

2 6 2…心拍数測定センサー

4 0 1…指先リンク

4 0 2…関節リンク

4 0 3…手首リンク

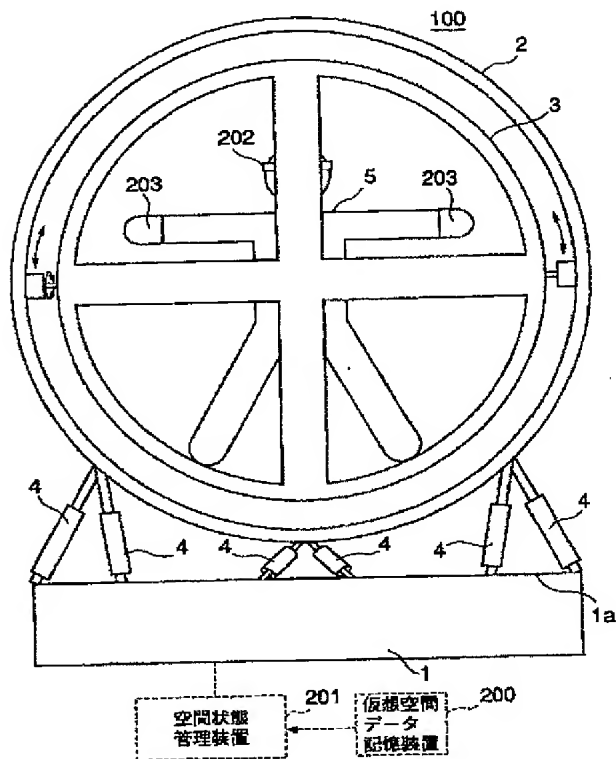
4 0 4…指駆動部・センサー

50 4 0 5…手首駆動部・センサー

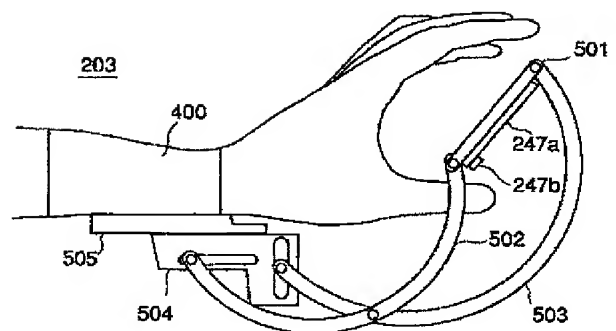
41

- 5 0 1 … 感 触 部
5 0 2 … リンク A
5 0 3 … リンク B
5 0 4 … リンク 駆動部・センサー
5 0 5 … 前後駆動部・センサー
7 0 1 … 頭部駆動部・センサー
7 0 2 … 背部駆動部・センサー
7 0 3 … 腰部駆動部・センサー
7 0 4 … 尻部駆動部・センサー
7 0 5 … 左肩部駆動部・センサー
7 0 6 … 右肩部駆動部・センサー

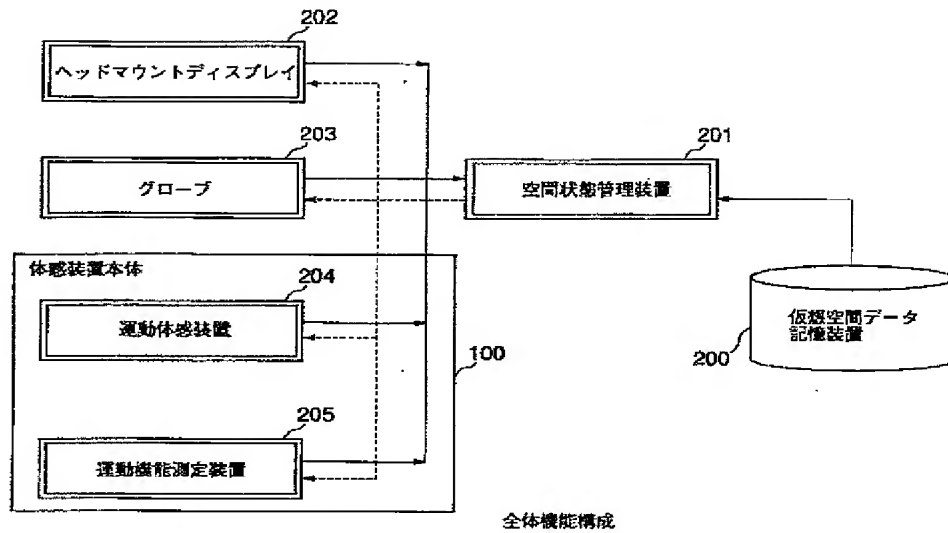
【図 1】



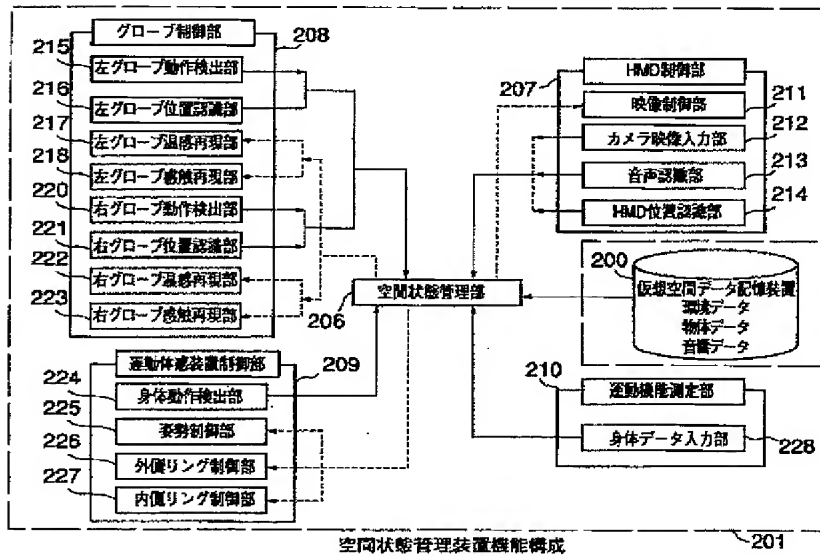
【图 20】



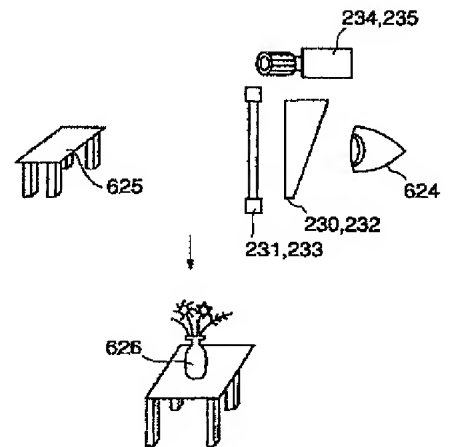
【図 2】



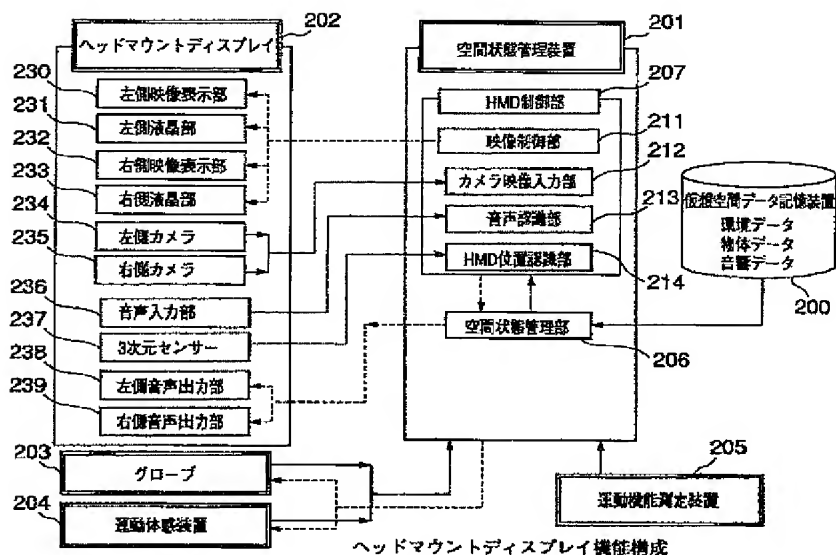
【図 3】



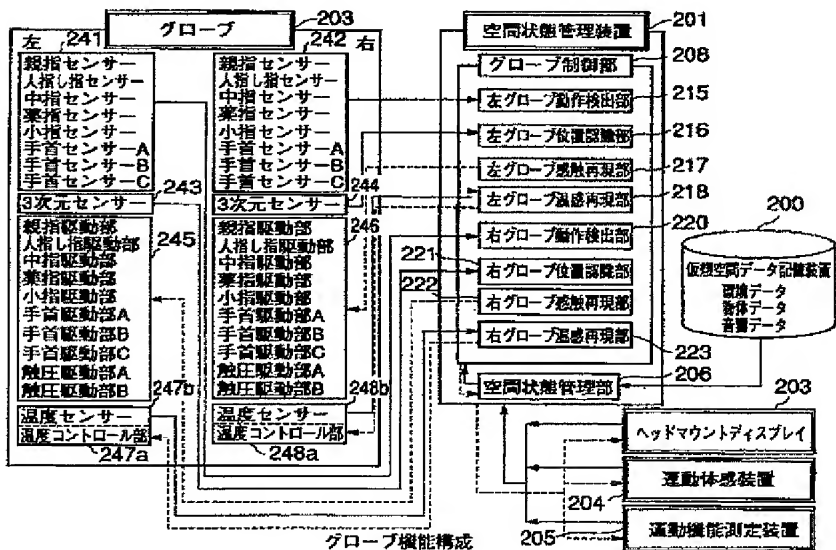
【図 2 1】



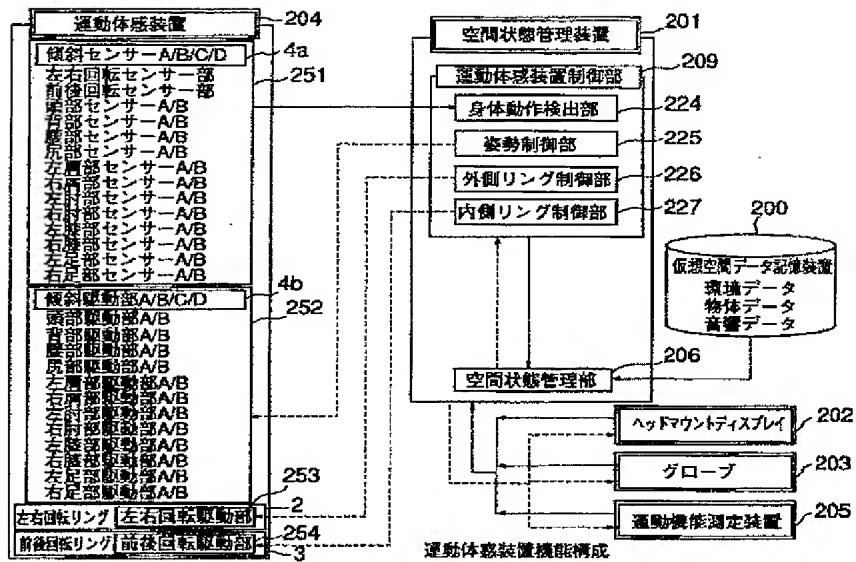
【図 4】



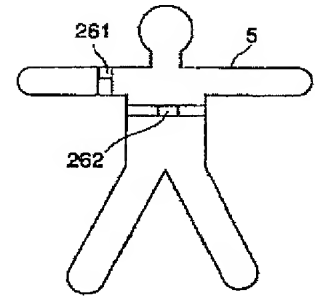
【図 5】



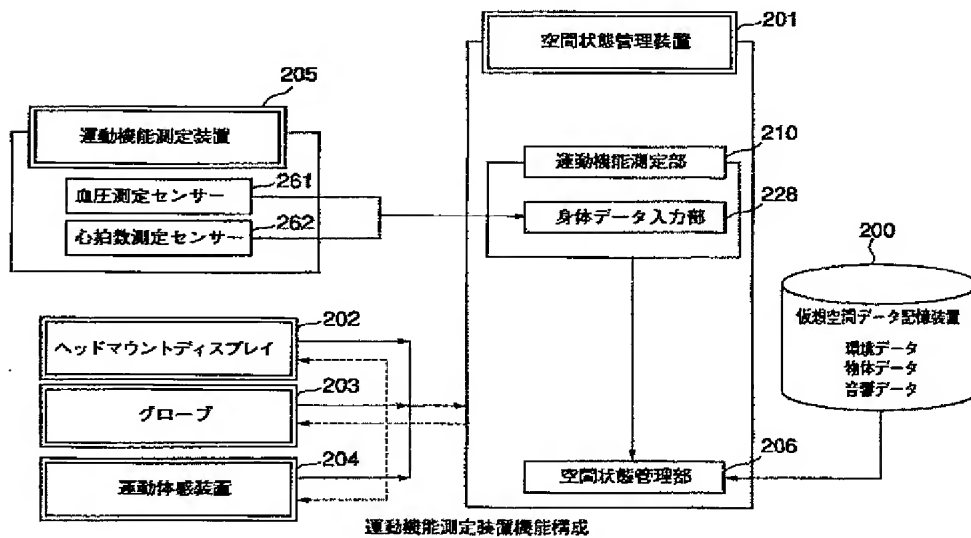
【図6】



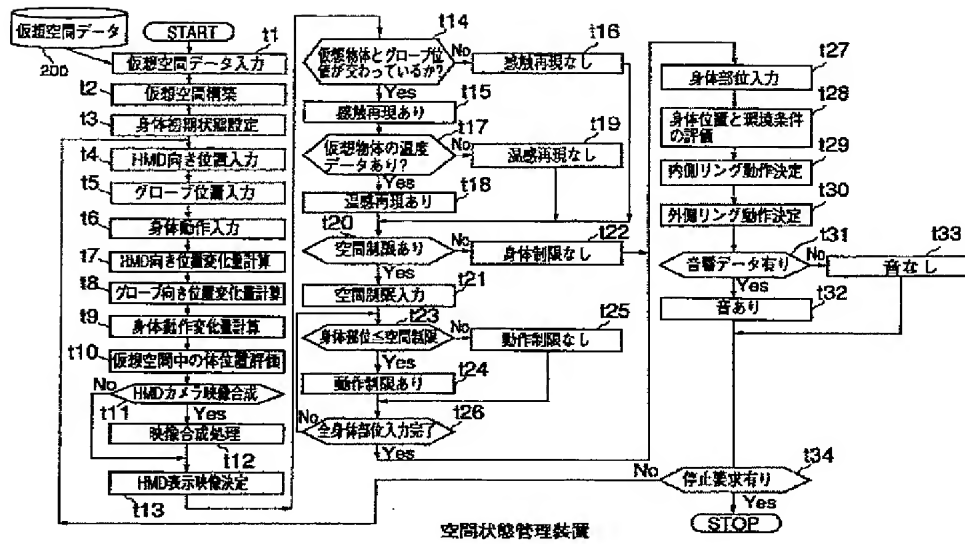
【図29】



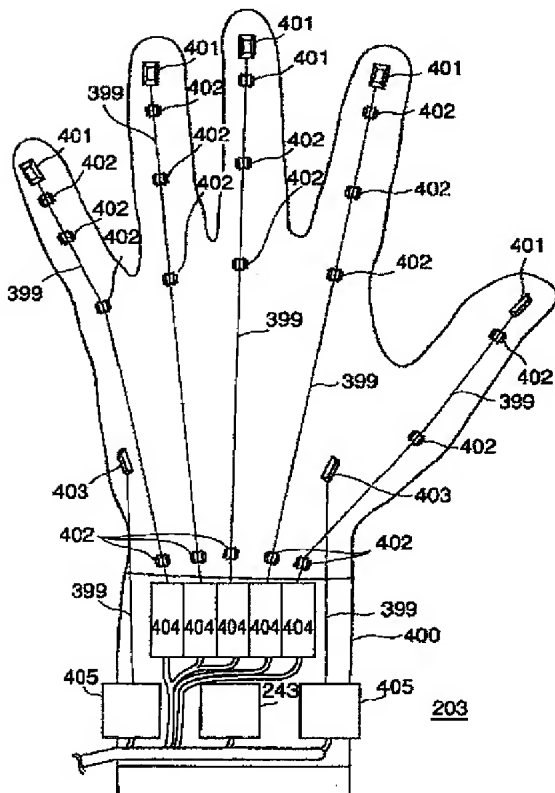
【図7】



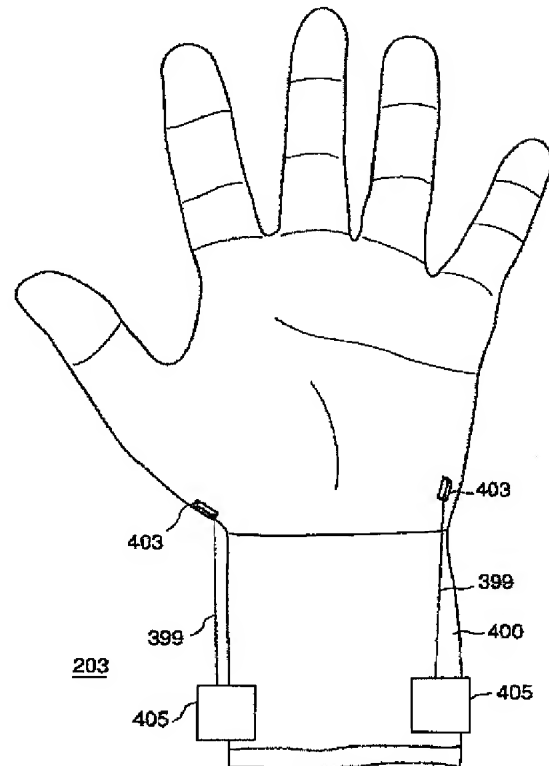
【図 9】



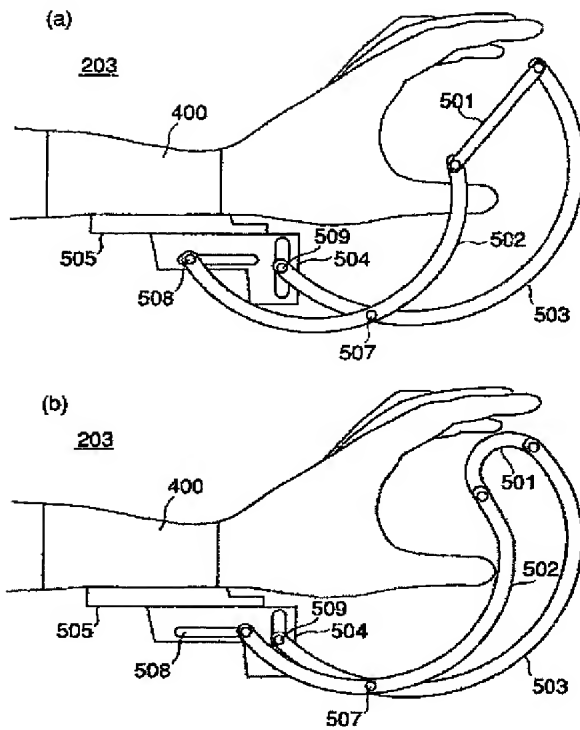
【図 10】



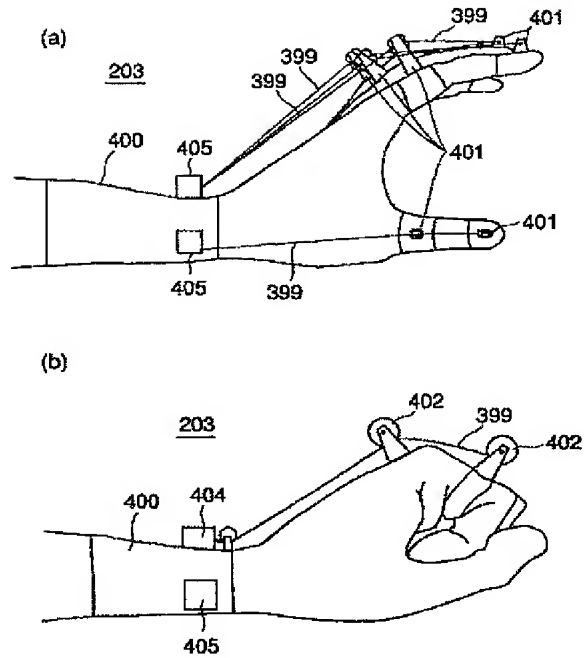
【図 11】



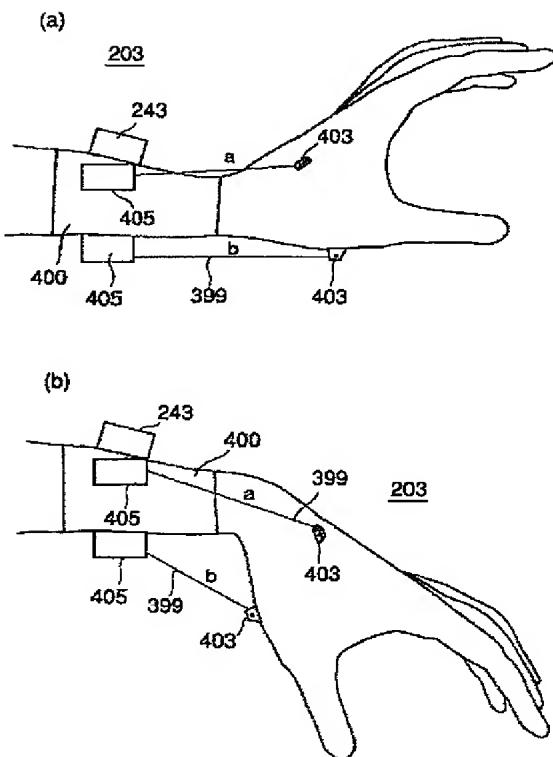
【図 12】



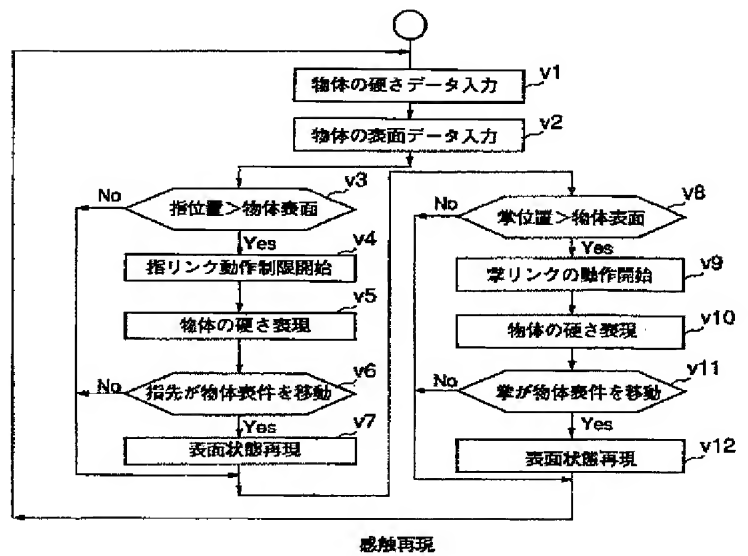
【図 14】



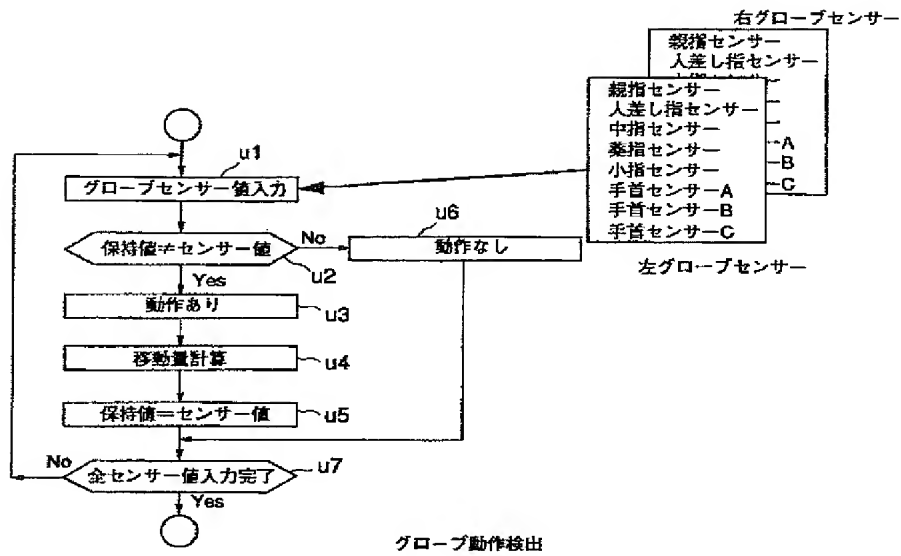
【図 15】



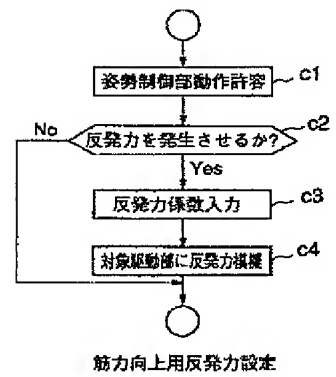
【図 17】



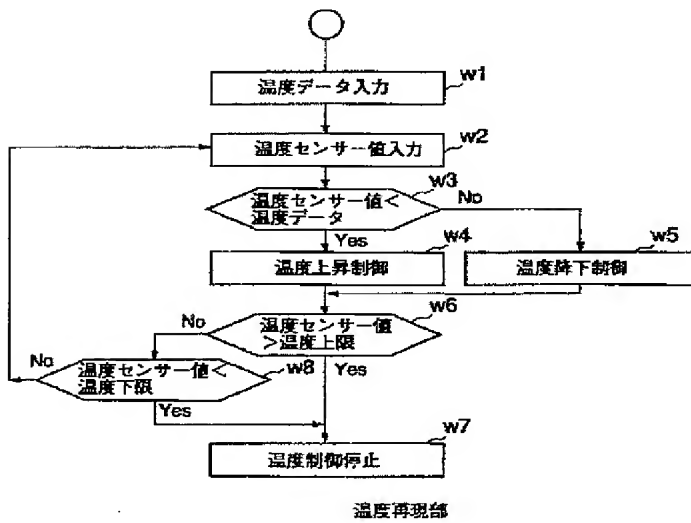
【図 16】



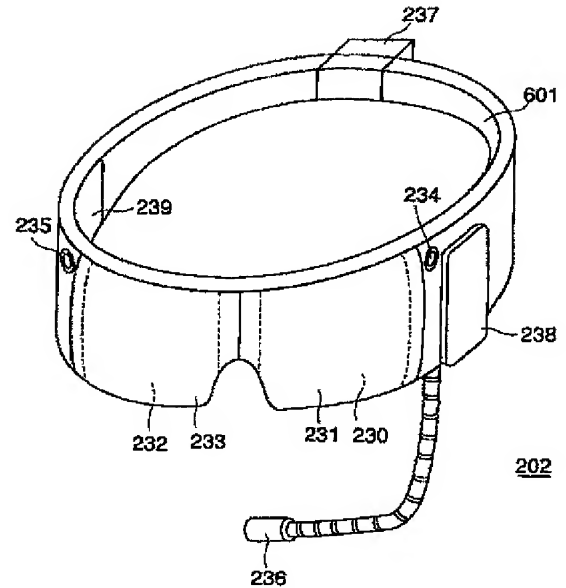
【図 33】



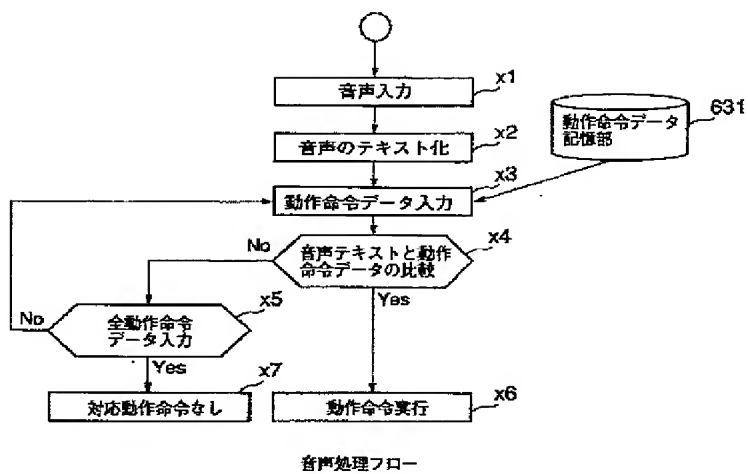
【図 18】



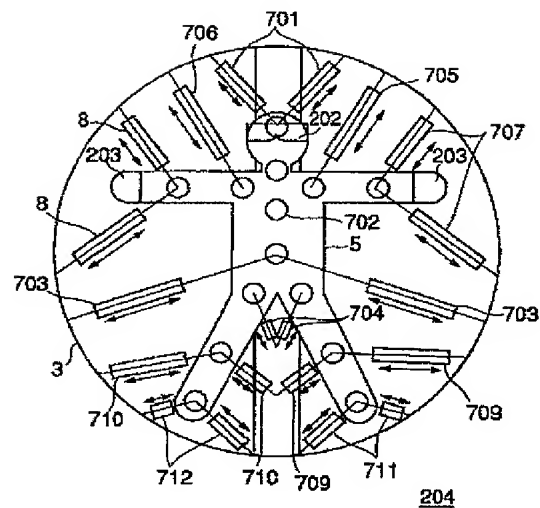
【図 19】



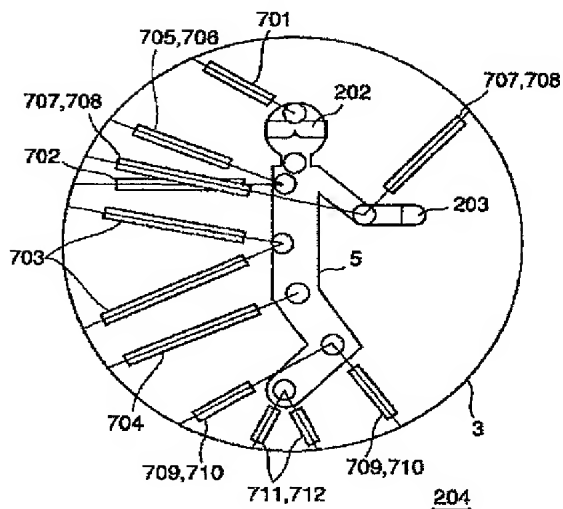
【図 2 2】



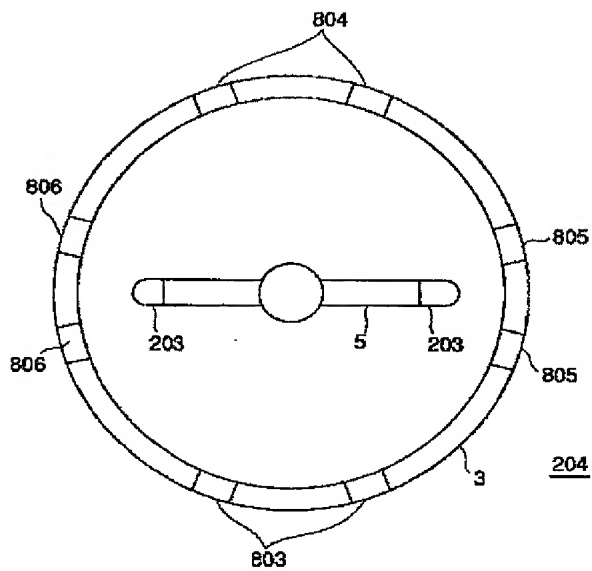
【図 2 3】



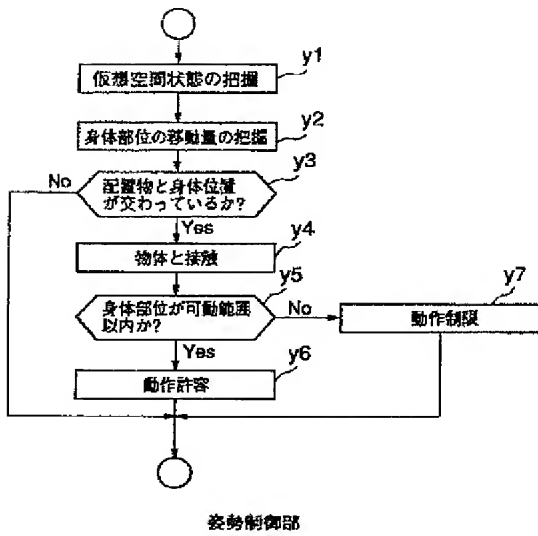
【図 2 4】



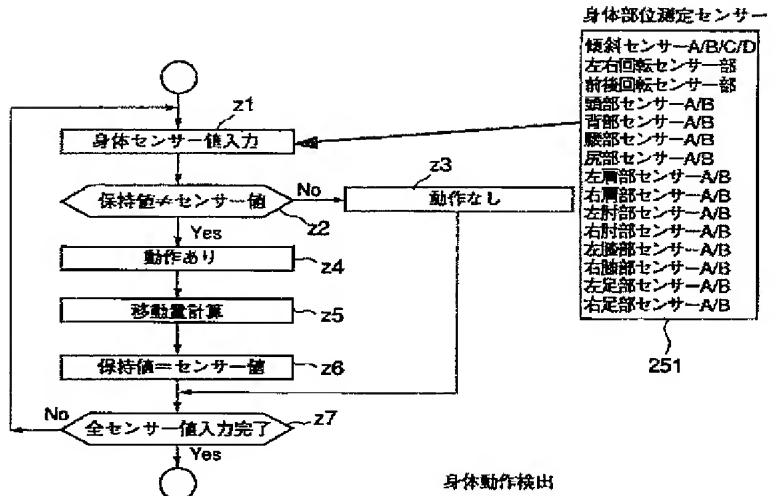
【図 2 5】



【図 26】



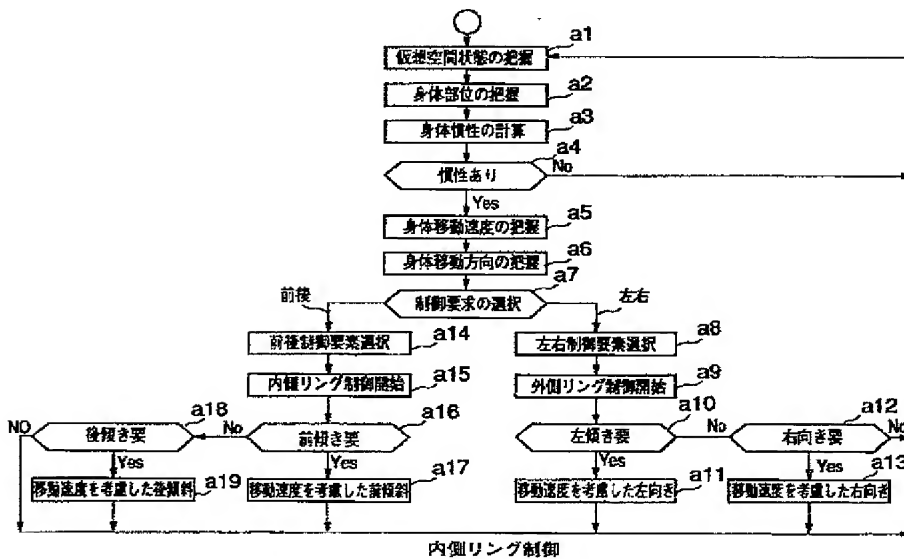
【図 27】



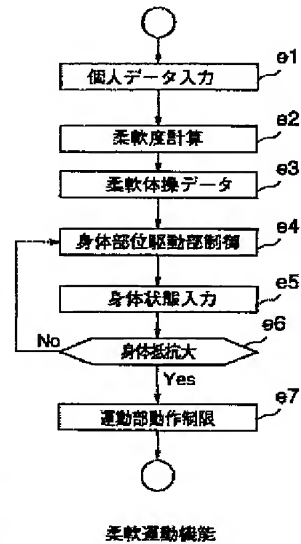
身体部位測定センサー
 傾斜センサー-A/B/C/D
 左右回転センサー部
 前後回転センサー部
 頭部センサー-A/B
 背部センサー-A/B
 腰部センサー-A/B
 尻部センサー-A/B
 左肩部センサー-A/B
 右肩部センサー-A/B
 左肘部センサー-A/B
 右肘部センサー-A/B
 左腕部センサー-A/B
 右腕部センサー-A/B
 左足部センサー-A/B
 右足部センサー-A/B

251

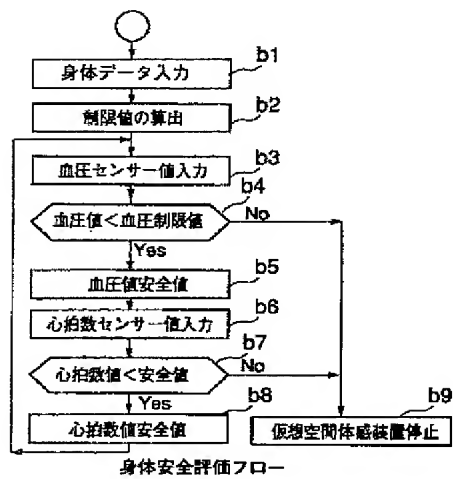
【図 28】



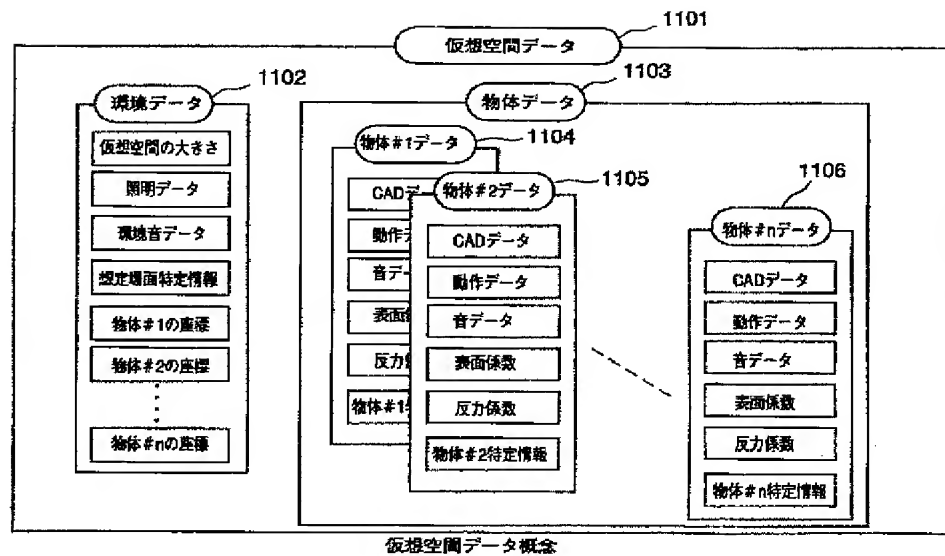
【図 35】



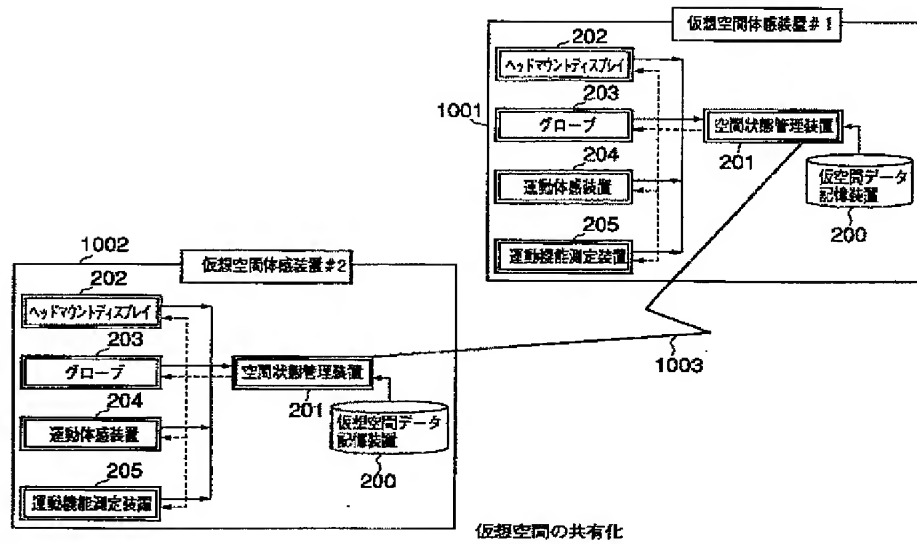
【図 30】



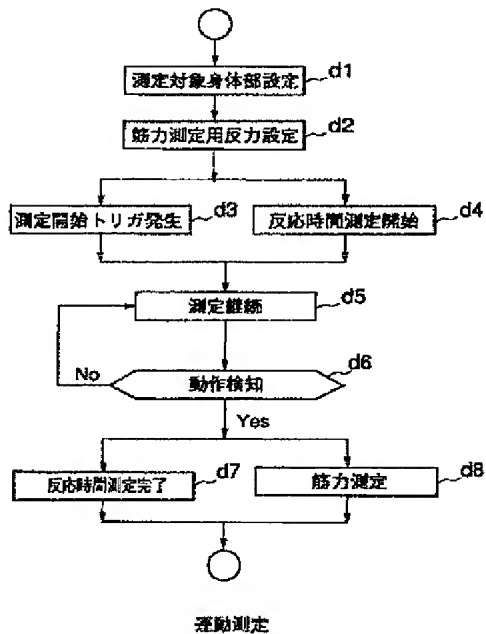
【図 31】



【図 32】



【図 34】



フロントページの続き

(72) 発明者 稲垣 完治
 東京都府中市東芝町 1 番地 株式会社東芝
 府中工場内

F ターム (参考) 5B087 AA00 AA07 AB12 AE00 BC06
 BC12 BC13 BC19 BC26 CC02
 CC26 DD03
 9A001 BB06 DD12 DD13 HH32 JJ71
 KK29 KK31 KK32

D2

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-338858

(43)Date of publication of application : 08.12.2000

(51)Int.Cl.

G09B 9/00
G06F 3/00
G06F 3/033

(21)Application number : 11-149744

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 28.05.1999

(72)Inventor : KOBAYASHI HIROYUKI

SAIJO NOBUYUKI

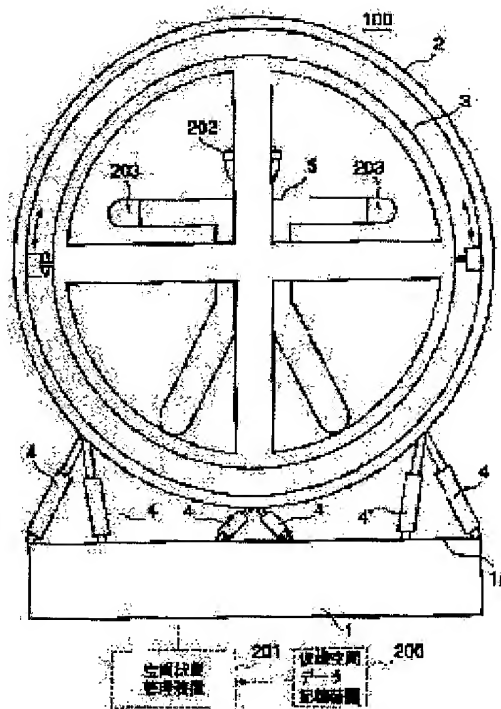
INAGAKI KANJI

(54) VIRTUAL SPACE BODILY SENSING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a virtual space bodily sensing device capable of bodily sensing not only a video but also the sense of touch and the sensation of movement or the like in a virtual reality space.

SOLUTION: This virtual space bodily sensing device is provided with a head part attachment type display device 202 providing virtual reality to a user 5 while displaying computer graphics, a movement bodily sensing device which holds the user with plural body holding parts with driving devices and also changes the posture of the user by driving devices in accordance with the virtual reality and bodily sensing gloves 203 which are constituted so that plural attachment parts connected to driving devices are attached to hands of the user and control movements of the hands of the user by the driving devices in accordance with the virtual reality.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The head wearing mold display which provides a user with imagination reality, and virtual space somesthesis equipment characterized by having said imagination movement somesthesis equipment which corresponds actually and changes a user's posture with said driving gear while holding a user by two or more body attaching parts with a driving gear.

[Claim 2] While the sensor which detects the active position of each driving gear is formed in said body attaching part and checking a user's posture and actuation based on the positional information from said sensor Virtual space somesthesis equipment according to claim 1 characterized by having space status management equipment which determines a user's next posture as the virtual space information list for giving said imagination reality based on said posture and the information on of operation, and orders said movement somesthesis equipment posture modification based on the contents of decision concerned.

[Claim 3] It is virtual space somesthesis equipment according to claim 2 which said movement somesthesis equipment is equipped with one or more rotation rings made to rotate a user said whole body attaching part, and is characterized by said space status management equipment making a user's posture change by controlling said rotation ring.

[Claim 4] Said space status management equipment is virtual space somesthesis equipment according to claim 2 characterized by controlling said movement somesthesis equipment to raise a user's motor function in operating each driving gear so that the operating range of each driving gear may be specified in range which raises human being's muscular power and repulsive force may be given.

[Claim 5] It is virtual space somesthesis equipment according to claim 2 which said head wearing mold display is equipped with a timing means to give a user timing of operation with an image or voice, and is characterized by said space status management equipment measuring a user's athletic ability based on the sensor information from the timing which said timing means gave, and said movement somesthesis equipment.

[Claim 6] Said space status management equipment is virtual space somesthesis equipment according to claim 2 characterized by controlling said movement somesthesis equipment to give the user concerned the weight for [of a user] carrying out improvement in flexibility from each driving gear.

[Claim 7] Said movement somesthesis equipment is virtual space somesthesis equipment according to claim 1 characterized by having one or more loudspeakers and making said imagination voice made to correspond actually output from said loudspeaker.

[Claim 8] Virtual space somesthesis equipment characterized by having said imagination somesthesis globe which corresponds actually and controls a motion of a user's hand by said driving gear while being constituted so that a user's hand may be equipped with two or more applied parts connected to the head wearing mold display which provides a user with imagination reality, and the driving gear.

[Claim 9] virtual space somesthesis equipment according to claim 8 characterize by to have space status management equipment which control said somesthesis globe to form the sensor which detect the location of a finger in said somesthesis globe under supervise actuation of said driving gear , and to

restrict said user finger location based on the finger positional information from said sensor , and the virtual space information for give said imagination reality .

[Claim 10] Said space status management equipment is virtual space somesthesis equipment according to claim 9 characterized by making tactile feeling given to a finger by controlling said somesthesis globe to apply the force to a finger corresponding to the hardness of the body which virtual space information gives.

[Claim 11] the virtual space somesthesis equipment according to claim 8 characterize by have space status management equipment which control said somesthesis globe for the sensor which detect the location of a finger and the inclination location of a wrist to be form in said somesthesis globe under supervise actuation of said driving gear , and to restrict said user finger wrist location based on the finger wrist positional information from said sensor , and the virtual space information for give said imagination reality .

[Claim 12] Said space status management equipment is virtual space somesthesis equipment according to claim 11 characterized by making tactile feeling given to a hand by controlling said somesthesis globe to apply the force to a finger and a wrist corresponding to the hardness of the body which virtual space information gives.

[Claim 13] Said somesthesis globe is virtual space somesthesis equipment according to claim 8 characterized by said thing [having had the flexible imagination plate-like part material which it corresponds actually, and a configuration is changed and is contacted in the palm] since ***** to a palm is impressed.

[Claim 14] Said somesthesis globe is virtual space somesthesis equipment according to claim 8 characterized by having said imagination temperature control means to correspond actually and to give heat or cold energy to a hand.

[Claim 15] While holding a user by the head wearing mold display which provides a user with imagination reality, and two or more body attaching parts with a driving gear While being constituted so that a user's hand may be equipped with two or more applied parts connected to said imagination movement somesthesis equipment which corresponds actually and changes a user's posture with said driving gear, and a driving gear Virtual space somesthesis equipment characterized by having said imagination somesthesis globe which corresponds actually and controls a motion of a user's hand by said driving gear.

[Claim 16] Virtual space somesthesis equipment according to claim 15 characterized by having the motor function measuring device which consists of one or more sensors which measure said user's body condition, and space status management equipment which suspends a system when the sensor information from said motor function measuring device is inputted and said body condition serves as predetermined conditions.

[Claim 17] Said head wearing mold display is virtual space somesthesis equipment according to claim 15 characterized by giving a user 3-dimensional scenography by displaying the image which was equipped with the independent image display section corresponding to each eye on either side, and used binocular parallax on either side and **** parallax from each image display section concerned.

[Claim 18] While said head wearing mold display is equipped with the image taking-in means which can incorporate the image doubled with a user's field of view The image display section is constituted possible [a change of the good failure of an external world check by looking], and the body location within the actual scene incorporated from said image taking-in means is detected. While carrying out alignment of the image which said image display section should offer to the body within an actual scene and compounding it Virtual space somesthesis equipment according to claim 17 characterized by having space status management equipment which it is ordered so that it may be made to display on the image concerned from said image display section and an external world check by looking may be changed to a possible condition.

[Claim 19] Said head wearing mold display is virtual space somesthesis equipment according to claim 15 characterized by to have a voice-input means input a user's voice, and to have space status-management equipment which executes the instruction of operation corresponding to the input voice

analyzed while being a means control said head wearing mold display, said movement somesthesis equipment, and said somesthesis globe and analyzing the input voice from said voice-input means. [Claim 20] The virtual space somesthesis system characterized by making the information for giving said imagination reality between each virtual space somesthesis equipment at each user share while connecting two or more which virtual space somesthesis equipments claim 1 thru/or among 19.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to virtual space somesthesis equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the technique which makes the imagination world accompanied by a sense of reality called virtual reality (virtual reality) thru/or virtual experience in a computer is developed. If this virtual experience technique is used, the three-dimension body displayed, for example on the computer screen by stereoscopic CG (computer graphics) can be lifted using an imagination hand (data glove).

[0003] however, the image [experience / conventional / virtual] also the experience feeling and for actuation centering on vision -- and reappearing to tactile feeling, the sense of heat, and the kinesthetic sense is not considered. For this reason, even if it operates the board, a control unit, etc. which are displayed as an image on a virtual space, it is deficient in a feeling of actuation etc.

[0004] The drive simulator which combined hardware and graphic display, such as a handle of the actual thing and an actuation pedal, in the car driving school in order to compensate this feeling of actuation is used. In such a case, with screen equipment, although a large-sized screen etc. is combined with a simulator as an image display, since the image of the perimeter cannot be displayed 360 degrees, if compared with virtual experience, it will become scarce visually at a sense of reality.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Thus, the equipment of the conventional virtual experience relation is mainly a thing based on vision, and does not act on the whole body.

[0006] On the other hand, in order to solve a technical problem called reappearance of a feeling of actuation, when the simulator which used hardware is used and modification of a feeling of actuation is needed, the configuration of equipment must be changed and it must correspond. Therefore, it is difficult to deal with various change of a situation, such as specification modification for a simulation, flexibly by such simulator.

[0007] Moreover, since the virtual reality function in which it described above by this kind of simulator cannot fully be demonstrated, the application which can be used will be limited to a drive simulator etc.

[0008] This invention was made in consideration of such the actual condition, and aims at offering the virtual space somesthesis equipment which can feel not only an image but tactile feeling, the kinesthetic sense, etc. in virtual reality space.

[0009]

[Means for Solving the Problem] The 1st invention made in order to solve the above-mentioned technical problem is the head wearing mold display which provides a user with imagination reality, and virtual space somesthesis equipment equipped with the imagination movement somesthesis equipment which corresponds actually and changes a user's posture with a driving gear while holding the user by two or more body attaching parts with a driving gear.

[0010] Since this invention established such a means, in virtual reality space, not only an image but the

kinesthetic sense etc. can be felt.

[0011] The 2nd invention for technical-problem solution is set to the 1st above-mentioned invention. Next, to a body attaching part While the sensor which detects the active position of each driving gear is formed and checking a user's posture and actuation based on the positional information from a sensor It is virtual space somesthesia equipment equipped with the space status management equipment which determines a user's next posture as the virtual space information list for giving imagination reality based on a posture and the information on of operation, and orders movement somesthesia equipment posture modification based on the contents of decision concerned.

[0012] Since this invention established such a means, a user's attitude control can be performed certainly.

[0013] Next, the 3rd invention for technical-problem solution is equipped with one or more rotation rings which movement somesthesia equipment makes rotate a user the whole body attaching part in the 2nd above-mentioned invention, and space status management equipment is virtual space somesthesia equipment which makes a user's posture change by controlling a rotation ring.

[0014] Since this invention established such a means, realistic somesthesia can be given by the user.

[0015] Next, the 4th invention for technical-problem solution is virtual space somesthesia equipment which controls movement somesthesia equipment to raise a user's motor function in operating each driving gear so that space status management equipment may specify the operating range of each driving gear in range which raises human being's muscular power and repulsive force may be given in the 2nd above-mentioned invention.

[0016] Since this invention established such a means, it can heighten a user's athletic ability.

[0017] Next, it has a timing means by which, as for a head wearing mold display, the 5th invention for technical-problem solution gives a user timing of operation with an image or voice in the 2nd above-mentioned invention, and the timing means of space status management equipment is virtual space somesthesia equipment which measures a user's athletic ability based on the sensor information from the given timing and movement somesthesia equipment.

[0018] Since this invention established such a means, it can measure a user's athletic ability.

[0019] Next, it is virtual space somesthesia equipment with which the 6th invention for technical-problem solution controls movement somesthesia equipment so that space status management equipment gives the user concerned the weight for [of a user] carrying out improvement in flexibility from each driving gear in the 2nd above-mentioned invention.

[0020] Since this invention established such a means, it can raise a user's flexibility.

[0021] Next, the 7th invention for technical-problem solution is virtual space somesthesia equipment to which movement somesthesia equipment equips with one or more loudspeakers, and the imagination voice made to correspond actually is made to output from a loudspeaker in the 1st above-mentioned invention.

[0022] Since this invention established such a means, the presence by the sound can be given to a user.

[0023] Next, the 8th invention for technical-problem solution is virtual space somesthesia equipment equipped with the imagination somesthesia globe which corresponds actually and controls a motion of a user's hand by the driving gear while being constituted so that a user's hand may be equipped with two or more applied parts connected to the head wearing mold display which provides a user with imagination reality, and the driving gear.

[0024] Since this invention established such a means, in virtual reality space, not only an image but tactile feeling etc. can be felt.

[0025] Next, in a somesthesia globe, the sensor which detect the location of a finger be form under supervise actuation of a driving gear, and the 9th invention for technical problem solution be virtual space somesthesia equipment equipped with the space status management equipment which control a somesthesia globe based on the finger positional information from a sensor, and the virtual space information for give imagination reality to restrict a user finger location in the 8th above-mentioned invention.

[0026] Since this invention established such a means, a motion of a user's hand can be restricted

corresponding to the body on a virtual space.

[0027] Next, the 10th invention for technical-problem solution is virtual space somesthesia equipment which makes tactile feeling given to a finger because space status management equipment controls a somesthesia globe to apply the force to a finger corresponding to the hardness of the body which virtual space information gives in the 9th above-mentioned invention.

[0028] Since this invention established such a means, tactile feeling can be given to a finger according to the hardness softness of the body on a virtual space.

[0029] The 11th invention for technical-problem solution is set to the 8th above-mentioned invention. Next, in a somesthesia globe The sensor which detects the location of a finger and the inclination location of a wrist is formed under supervising actuation of a driving gear. The finger wrist positional information from a sensor, It is virtual space somesthesia equipment equipped with the space status management equipment which controls a somesthesia globe based on the virtual space information for giving imagination reality to restrict a user's finger wrist location.

[0030] Since this invention established such a means, the limit of operation corresponding to the body on a virtual space can be given to the whole hand including a finger wrist.

[0031] Next, the 12th invention for technical-problem solution is virtual space somesthesia equipment which makes tactile feeling given to a hand because space status management equipment controls a somesthesia globe to apply the force to a finger and a wrist corresponding to the hardness of the body which virtual space information gives in the 11th above-mentioned invention.

[0032] Since this invention established such a means, tactile feeling can be given to the whole hand which includes a finger wrist corresponding to the softness of the body on a virtual space.

[0033] Next, a somesthesia globe is virtual space somesthesia equipment with which it was equipped with the flexible imagination plate-like part material which it corresponds actually, and a configuration is changed and is contacted in the palm since the 13th invention for technical-problem solution impressed ***** to a palm in the 8th above-mentioned invention.

[0034] Since this invention established such a means, tactile feeling can be given to a palm corresponding to virtual reality.

[0035] Next, the 14th invention for technical-problem solution is virtual space somesthesia equipment equipped with a temperature control means with an imagination somesthesia globe to correspond actually and to give heat or cold energy to a hand, in the 8th above-mentioned invention.

[0036] Since this invention established such a means; temperature can be given to a hand corresponding to virtual reality.

[0037] Next, while the 15th invention for technical-problem solution holds a user by the head wearing mold display which provides a user with imagination reality, and two or more body attaching parts with a driving gear While being constituted so that a user's hand may be equipped with two or more applied parts connected to the imagination movement somesthesia equipment which corresponds actually and changes a user's posture with a driving gear, and a driving gear It is virtual space somesthesia equipment equipped with the imagination somesthesia globe which corresponds actually and controls a motion of a user's hand by the driving gear.

[0038] Since this invention established such a means, in virtual reality space, not only an image but tactile feeling, the kinesthetic sense, etc. can be felt.

[0039] Next, the 16th invention for technical-problem solution is virtual space somesthesia equipment equipped with the motor function measuring device which consists of one or more sensors which measure a user's body condition, and the space status management equipment which suspends a system when the sensor information from a motor function measuring device is inputted and a body condition serves as predetermined conditions in the 15th above-mentioned invention.

[0040] Since this invention established such a means, a user's safety can be planned.

[0041] Next, the 17th invention for technical-problem solution is virtual space somesthesia equipment which gives a user 3-dimensional scenography by displaying the image which the head wearing mold display was equipped with the independent image display section corresponding to each eye on either side, and used binocular parallax on either side and ***** parallax from each image display section

concerned in the 15th above-mentioned invention.

[0042] Since this invention established such a means, the virtual reality used as stereoscopic vision can be given to a user.

[0043] The 18th invention for technical-problem solution is set to the 17th above-mentioned invention. Next, a head wearing mold display While having the image taking-in means which can incorporate the image doubled with a user's field of view While carrying out alignment of the image which the image display section is constituted possible [a change of the good failure of an external world check by looking], should detect the body location within the actual scene incorporated from the image taking-in means, and the image display section should offer to the body within an actual scene and compounding it It is virtual space somesthesis equipment equipped with the space status management equipment which it is ordered so that it may be made to display on the image concerned from the image display section and an external world check by looking may be changed to a possible condition.

[0044] Since this invention established such a means, it can set the body in a virtual space by the actual scene, and can give it to a user.

[0045] The 19th invention for technical-problem solution is set to the 15th above-mentioned invention. Next, a head wearing mold display While having a voice input means to input a user's voice, being a means to control a head wearing mold indicating equipment, movement somesthesis equipment, and a somesthesis globe and analyzing the input voice from a voice input means It is virtual space somesthesis equipment equipped with the space status management equipment which executes the instruction of operation corresponding to the analyzed input voice.

[0046] Since this invention established such a means, a user can give an instruction to a system easily with voice.

[0047] Next, the 20th invention for technical-problem solution is a virtual space somesthesis system which makes the information for giving the imagination reality to each user between each virtual space somesthesis equipment share while connecting two or more which virtual space somesthesis equipments among invention of the above 1-19th.

[0048] Since this invention established such a means, each user on each virtual space somesthesis equipment can get the virtual reality which was common on the same virtual space.

[0049]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained.

[0050] (Gestalt of implementation of the 1st of invention) Drawing 1 is the whole block diagram showing an example of the virtual space somesthesis equipment concerning the 1st operation gestalt of this invention, and drawing 2 is the block diagram showing the functional configuration of the virtual space somesthesis equipment of this operation gestalt.

[0051] This virtual space somesthesis equipment performs status management in a virtual space when the location migration by migration of a body or walk etc. occurs by actuation of a user while managing the posture of the user 5 in a virtual space, and a location. That is, as shown in drawing 1 and drawing 2, it connects with space status management equipment 201 electrically, and the body 100 of somesthesis equipment, a head mount display 202, the somesthesis globe 203, and the virtual space data storage 200 are constituted. In addition, you may make it build this space status management equipment 201 and the virtual space data storage 200 into the body 100 of somesthesis equipment.

[0052] Moreover, the body 100 of somesthesis equipment consists of movement somesthesis equipment 204 and a motor function measuring device 205, and a right hand side and a sensor are attached on the equipment base 1 shown in drawing 1, and it is constituted. That is, it has the structure where the order rotation ring 3 was attached through the inclination mechanical component 4 from the equipment base 1, and right-and-left rotation Ring 2 was further attached inside the order rotation ring 3. A user 5 goes inside right-and-left rotation Ring 2, the somesthesis globe 203 is attached, it equips with a head mount display 202, and the setup of equipment completes each joint in the condition of having fixed to the mechanical component (after-mentioned).

[0053] The functional configuration which becomes drawing 2 from each mechanical component, sensor, and computer which constitute virtual space somesthesis equipment is shown like the above.

Furthermore, as for these each part 200-205, the detail configuration is shown in drawing 3 - drawing 7.

[0054] Drawing 3 is the block diagram showing the example of a configuration of space status management equipment.

[0055] The head mount display control section 207, the globe control section 208, the movement somesthesis device control section 209, and the motor function test section 210 are connected to the space status management section 206, and space status management equipment 201 is constituted.

[0056] From the virtual space data storage 200 which memorizes environmental data, sound data, body data, etc., the space status management section 206 inputs each of these data, and builds a virtual space. Moreover, based on the information acquired through each control sections 207-209 corresponding to each connected equipments 202-205, and a test section 210, the image with which a user 5 should be provided, its body condition, etc. are judged. Furthermore, control of each equipments 202-204 by control sections 207-209 is realized by giving directions to each control sections 207-209.

[0057] That is, the head mount display control section 207, the globe control section 208, the movement somesthesis device control section 209, and the motor function test section 210 incorporate the signal from the head mount display 202 which corresponds, respectively, the somesthesis globe 203, movement somesthesis equipment 204, and the motor function measuring device 205, and control these according to the space status management section 206. Below, each control sections 207-209 and a test section 210 are explained concretely.

[0058] First, the head mount display control section 207 consists of the head mount display location recognition sections 214 which input the image control section 211 which controls the image of right and left of a display, the camera image input section 212 which inputs a camera image on either side, the voice recognition section 213 which recognizes a user's utterance sound and the sense of a head mount display, and the location in the inside of a virtual space from each sensor.

[0059] Next, the globe control section 208 is equipped with the left globe location recognition section 216 and the right globe section location recognition section 221 which grasp the location of the globe 203 in the inside of a virtual space. Moreover, it has the left globe actuation detecting element 215 and the right globe actuation detecting element 220 which detect a motion of each finger and a palm, and a globe location and performance information are transmitted to the space status management section 206.

[0060] Moreover, when the body is touching the hand, and temperature information is included in the body data from the information transmitted to the space status management section 206 from the globe control section 208, and the positional information of the body data arranged all over a virtual space and it puts in, a control demand is outputted from the space Research and Data Processing Department 206.

In this case, it corresponds, and the globe control section 208 is equipped with the left globe sense-of-heat reappearance section 217 and the right globe sense-of-heat reappearance section 222, and these sense-of-heat reappearance sections 217,222 control the temperature control component on a globe 203.

[0061] Moreover, corresponding to "recognition in the condition that the hand touched the body" in the space status management section 206, the left globe feel reappearance section 218 and the right globe feel reappearance section 223 are formed in the globe control section 208, and these feel reappearance sections 218,223 control the link currently installed in the globe 203 so that the feel may be reproduced in a finger or the palm.

[0062] Next, the movement somesthesis device control section 209 consists of the body actuation detecting element 224 which detects actuation of a user's body region, the attitude control section 225 which controls a user's 5 posture by controlling each mechanical component on movement somesthesis equipment 204 based on the directions from the space status management section 206, inside ring control 226, and outside ring control 227.

[0063] Next, the motor function test section 210 inputs information from the sensor which measures the value of body physiological functions, such as a user's blood pressure and a heart rate, and consists of the body data input sections 228 which transmit information to the space status management section 206.

[0064] Drawing 4 is the block diagram showing the example of a configuration of a head mount display.

[0065] The left-hand side graphic display section 230 which acts on a user's 5 left eye, and the left-hand side liquid crystal section 231 which performs transparency / un-penetrating are formed in the head mount display 202 of this operation gestalt. [of this graphic display] The right-hand side graphic display section 232 and the right-hand side liquid crystal section 233 are formed also like the right eye.

[0066] These graphic display section 230,232 displays the image which was decided with space status management equipment 201 and which should be displayed based on actuation of a virtual space condition and a user 5. This image information is transmitted from the image control section 211 of the head mount display control section 207. moreover, right and left -- separate graphic display is performed for making it possible to display an image in three dimensions and to see a virtual space.

[0067] The liquid crystal section 231,233 of both eyes is penetrated when seeing the condition of a virtual space to coincidence, looking at an appearance, and when seeing a virtual space thing, it presupposes un-penetrating. That is, it is for seeing image composition and the usual scene. In addition, control of the liquid crystal section 231,233 is performed based on the information on virtual space data, and also it is controllable by instruction of a user 5.

[0068] Moreover, the head mount display 202 is equipped with the left-hand side camera 234 and the right-hand side camera 235, in order to display a camera image all over a virtual space and to incorporate an outer scene to a virtual space. These cameras 234,235 have parallax by right and left in order to display 3-dimensional scenography all over a virtual space.

[0069] Moreover, virtual space somesthesia equipment can be controlled now also by voice besides the usual keyboard and a mouse with this operation gestalt. For this reason, the voice input section 236 for an instruction and conversation which used voice input is formed in the head mount display 202.

[0070] Furthermore, in order to carry out the playback output of the sound field of a virtual space according to the actuation of a user 5 and the condition of being placed in a virtual space, the left-hand side voice output section 238 and the right-hand side voice output section 239 are formed. In order to detect the direction and location which the location of a head-mounted display 202, the monitor of operating state, and the user have turned to, the three-dimension sensor 237 is formed.

[0071] Drawing 5 is the block diagram showing the example of a configuration of a somesthesia globe.

[0072] A globe 202 consists of each sensors 241-244,247,248 and mechanical components 245,246 which supervise the condition of a finger or a hand.

[0073] In order to detect the condition of each finger, the left sensor 241 and the right sensor 242 are formed. The sensor information which these sensors 241,242 detect is transmitted to the left globe actuation detecting element 215 of the globe control section 208 which constitutes space status management equipment 201, and the right globe actuation detecting element 220.

[0074] Moreover, in order to detect the location of the hand in a virtual space (arm), the left three-dimension sensor 243 and the right three-dimension sensor 244 are formed. Right-and-left three-dimension sensor information is also transmitted to the left globe location detecting element 216 of the globe control section 208, and the right globe location detecting element 221.

[0075] The condition of having held the body all over a virtual space based on actuation and positional information of a globe 202 is detected in the space status management section 206. The left globe feel reappearance section 217 or the right globe feel reappearance section 222 outputs a control signal with the directions corresponding to this detection. In order to move a user's 5 finger according to this control signal, the left mechanical component 245 and the right mechanical component 246 are formed in the globe 202.

[0076] Moreover, if it corresponds to the above-mentioned body grasp and temperature data are set as the held body, the control signal for sense-of-heat reappearance of the left globe sense-of-heat reappearance section 218 or the right globe sense-of-heat reappearance section 223 will be outputted. According to this control signal, left temperature-control section 247a for controlling globe temperature and right temperature-control section 248a (for example, it consists of a Peltier device and an electronic formula heater) are prepared in the globe 202. Moreover, corresponding to such left temperature-control

section 247a and right temperature-control section 248a, thermo-sensor 247b and thermo-sensor 248b are prepared, and the detecting signal outputs to each globe sense-of-heat reappearance section 218,223. [0077] In addition, the thumb sensor which supervises the condition of a finger, an index finger sensor, a middle finger sensor, a third finger sensor and a digitus-minimus sensor, the wrist sensor A that supervises the condition of a wrist, the wrist sensor B, the wrist sensor C, and the wrist sensor D are formed in the left sensor 241 and the right sensor 242. A thumb mechanical component, an index finger mechanical component, a middle finger mechanical component, a third finger mechanical component and a digitus-minimus mechanical component, the contact pressure mechanical component A that is equivalent to the wrist mechanical component A, the wrist mechanical component B, the wrist mechanical component C and the wrist mechanical component D, and a palm further, and the contact pressure mechanical component B are formed in the right mechanical component 246 and the left mechanical component 246.

[0078] Drawing 6 is the block diagram showing the example of a configuration of movement somesthesia equipment.

[0079] Movement somesthesia equipment 204 considers two rings of the rotation ring 3 before and after being held at right-and-left rotation Ring 2 supported to the inclination mechanical component 4 on the equipment base 1 and its base, and its right-and-left rotation Ring 2 and preparing inside as main configurations. Each sensor 251 and each mechanical component 252 which detect the condition of a user's body region are attached and constituted by these rotation Ring 2 and 3. In addition, inclination sensor 4a and inclination mechanical-component 4b which are displayed on the sensor 251 and mechanical component 252 of drawing 6 by including make the inclination mechanical component 4 one, and it is constituted.

[0080] Moreover, each mechanical component except the inclination mechanical component 4 holds a user's 5 body in the order rotation section 3. In fact, the mechanical component 252 and sensor 251 by which drawing 6 corresponds are united, and each mechanical component is constituted. Head mechanical-component A/B, head sensor A/B and regions-of-back mechanical-component A/B, and regions-of-back mechanical-component A/B, Lumbar part mechanical-component A/B, lumbar part sensor A/B and bottom part mechanical-component A/B, and bottom part sensor A/B, Left shoulder section mechanical-component A/B, left shoulder section sensor A/B and right shoulder section mechanical-component A/B, and right shoulder section sensor A/B, Left elbow section mechanical-component A/B, left elbow section sensor A/B and right elbow section mechanical-component A/B, and right elbow section sensor A/B, Left knee region mechanical-component A/B, left knee region sensor A/B and right knee region mechanical-component A/B, right knee region sensor A/B and left leg section mechanical-component A/B, left leg sensor A/B and right leg section mechanical-component A/B, and right leg section sensor A/B are a pair. Moreover, the right-and-left rotation sensor section of the sensor section 251, the rotation-before and after right-and-left rotation mechanical-component 253 and the sensor section 251 sensor section, and the order rotation mechanical component 254 also become a pair, and are constituted by one.

[0081] Moreover, the order rotation section ring 3 is equipped with the environmental voice output section A, the environmental voice output section B, the environmental voice output section C, and the environmental voice output section D for perimeter environmental sound playback (not shown). Furthermore, the equipment base 1 is equipped with emergency shut down sensor 1a.

[0082] Here, as shown in drawing 6, the sensor information from a sensor 251 is transmitted to the body actuation detecting element 224 of the movement somesthesia device control section 209 which is the configuration function of space status management equipment 201, is further transmitted to the space status management section 206, and turns into body information in a virtual space. With space status management equipment 201, this body region information, globe information, etc. are judged synthetically, and a user's 5 posture is determined. This attitude information is given to the attitude control section 225 of the space status management section 206 to the movement somesthesia device control section 209, and the attitude control section 225 outputs the control signal based on attitude information. Each mechanical component 252 performs drive actuation according to this control output.

[0083] Moreover, attitude information is also given to the outside ring control 226 and the inside ring control 227 of space status management equipment 201. The outside ring control 226 and the inside ring control 227 output a control signal corresponding to attitude information. The right-and-left rotation mechanical component 253 and the order rotation mechanical component 254 carry out the rotation (rotation) drive of the rotation ring 3 before and after operating according to this control signal to right-and-left rotation Ring 2 or the cross direction which operates to a longitudinal direction to a right-and-left cross direction.

[0084] Drawing 7 is the block diagram showing the example of a configuration of a motor function measuring device.

[0085] The motor function measuring device 205 collects the data for house keeping of the physiological function a user's 5 body, and consists of the blood-pressure-measurement sensor 261 and the heart rate measurement sensor 262 which were built into movement somesthesis equipment 204.

[0086] The measured value collected by each sensor 261,262 is transmitted to the body data input section 228 of the motor function test section 210 in space status management equipment 201. In the body data input section 228, this measured value is transmitted to the space status management section 206. If abnormalities are in body physiology data here, the space status management section 206 will perform automatic stay of this equipment etc. Moreover, the space status management section 206 looks at condition change by collecting these data continuously.

[0087] Next, actuation of the virtual space somesthesis equipment in this operation gestalt constituted as mentioned above is explained. With this virtual space somesthesis equipment, environmental data, sound data, body data, etc. are inputted from the virtual space data storage 200 centering on the space status management equipment 201 which has generalized the whole, and a virtual space is built. Moreover, by a globe 203, movement somesthesis equipment 204, a head mount display 202, and the motor function measuring device 205 being formed, while the posture of the user in a virtual space and a location are managed, status management in a virtual space when the location migration by migration of a body or walk etc. occurs is performed by actuation of a user.

[0088] Moreover, a head mount display 202, a globe 203, movement somesthesis equipment 204, and the motor function measuring device 205 are connected to space status management equipment 201, and the image and body condition with which a user is provided are judged based on the various information sent from each [these] device.

[0089] The image displayed on a head mount display is decided based on the information on the three-dimension sensor of HMD, the three-dimension sensor of a globe, a globe actuation detecting element, and a body actuation detecting element. Therefore, although the image according to virtual space data is displayed, these sensors and a means detect the direction which the user has turned to, and body actuation of walking, holding immediately after this equipment starting, and it is transmitted to space status management equipment 201. Based on these information, the image with which the user in a virtual space is provided with space status management equipment 201 is updated. That is, if actuation along which a user 5 walks is carried out, it will be updated according to the rate which walks also along an image. A user is provided with this image from the image control section 211. Moreover, it is also possible to incorporate the image of a camera in this system and to give a synthetic indication all over a virtual space.

[0090] Moreover, when the body all over a virtual space is touched by hand and temperature data are set as the body, the sense of heat is reproduced by the sense-of-heat reappearance section of a globe 202. On the other hand, in the tactile feeling reappearance section, when it is judged that the finger touched the body from the body all over a virtual space and the location of the digiti manus, the link of the target finger is lengthened and a feel is reproduced. The physical relationship of a body and a finger is managed with space status management equipment 201. In addition, in the globe actuation detecting element 215,220, the location of each finger is detected and it is transmitted to space status management equipment 201.

[0091] In movement somesthesis equipment 204, each joint is supported by the mechanical component 252, and a motion of a joint is sensed by the body actuation detecting element 251. moreover, the

information from the space status management section 209 is boiled, it is based, the posture of the body is controlled by the attitude control section 225 of the movement somesthesis device control section 209, and, similarly an internal and external ring is controlled by the outside ring control 226 and the inside ring control 227 based on the information from the space status management section 206.

[0092] About whether for processing of the above each part to follow what kind of circumstances, and to be performed from the time on system **, system-wide flow is explained later on.

[0093] Drawing 8 is the flow chart showing overall processing of virtual space somesthesis equipment. First, if this equipment (virtual space somesthesis equipment) is started, from the virtual space data storage 200, environmental data, body data, sound data, etc. will be inputted into the space status management section 206 (s1), and a virtual space will be built (s2).

[0094] Thereby, a user 5 becomes possible [seeing the image of a virtual space through the head mound display 202] (s3). This is an image based on the result to which posture location evaluation all over the virtual space corresponding to a user's 5 body condition was carried out in space status management equipment 206. That is, the sense and locations of a body region, such as the head mound display 202 and an arm, and a foot, are calculated from the variation from an initial state, control of determining an image is performed, and images including the evaluation result are outputted from a display 202 (s3).

[0095] Then, if a feel is reproduced and temperature data are further set up as control of a globe 203 when a user's 5 hand touches a body, control of the sense of heat being reproduced will be performed (s4).

[0096] As for actuation of a body region, detection or a limit is performed by movement somesthesis equipment 204. Based on previous variation of operation, the location in a user's 5 virtual space is evaluated, and this is performed by comparing with a space limit (s5).

[0097] Moreover, in order to detect a user's 5 physical abnormalities, when motor function measurement data is estimated by the motor function measuring device 205 (s6) and abnormalities are detected, a deactivate request is immediately outputted from space status management equipment 201. When a series of control is completed, the existence of a deactivate request is checked (s7).

[0098] This equipment will be suspended if there is a deactivate request which the automatic-stay demand or the user itself advanced here (s7:Yes) (s8). If there is no deactivate request (s7:No), it will return to step s3 and a series of processings will be repeated.

[0099] Although the above is overall processing in virtual space somesthesis equipment, it realizes because space status management equipment 201 makes various judgments based on the information from various sensors prepared in a head mound display 202, a globe 203, movement somesthesis equipment 204, and the motor function measuring device 205 as mentioned above and these processings perform various kinds of control to these equipments 202,203,204. Then, processing of space status management equipment 201 is explained to a detail below.

[0100] Drawing 9 is the flow chart showing processing of space status management equipment.

[0101] Starting of this equipment inputs an initial data from the virtual space data storage 200 (t1).

There are sound data besides body data, such as environmental data, such as a situation of the room and lighting, a table arranged in the room, and a cop, temperature data, etc. as this data. This data information is based and a virtual space is built by the space status management section 206 (t2).

[0102] Next, at least a user's 5 each part of the body is fixed to each mechanical component of movement somesthesis equipment 204, it is further equipped with a head mound display 202 and a globe 203, and the initial state of the body is set up (t3). This will set up the body for lying prone, if the case where it swims is made into an example.

[0103] After initialization is completed, a user body condition is inputted. First, the sense and location of a head mound display 202 are inputted into the HMD location recognition section 214 from the three-dimension sensor 237 as a direction turned to (t4). Then, the location of a globe 202 is inputted into the globe control section 208 from each sensor 241 grade (t5), and body conditions, such as an arm and a foot, are further inputted into the body actuation detecting element 224 from the sensor 251 of movement somesthesis equipment 204 (t6).

[0104] If these sensors input is completed, the variation from the initial state (or body condition in front

of 1 cycle) of each body will be calculated by the space status management section 206. That is, first, the sense of a head mount display 202 and the variation of a location are calculated (t7), and the variation of a globe location is calculated continuously (t8). Furthermore, the variation of body actuation, such as an arm, a foot, and the head, is calculated (t9). After count of each variation is completed, a user's 5 condition in a virtual space is evaluated (t10). Thereby, a user is in which location in a virtual space, and it is grasped what kind of posture it is.

[0105] Next, in order to determine the image with which a user 5 is provided, the existence of a synthetic demand of a camera image and a virtual space is judged first (t11). If there is a demand of a camera image, synthetic processing with the camera image from the camera 234,235 of a head mount display 202 inputted through the camera image input section 212 and a virtual space will be performed in the space status management section 206 (t12). Furthermore, this synthetic image is displayed on a head mount display 202 (t13).

[0106] On the other hand, when there is no synthetic demand of a camera image (t10:No), only the display of a virtual space is displayed on a head mount display 202 (t13). In addition, the condition of the body, a synthetic demand of a camera image, etc. are taken into consideration by this display.

[0107] After the image displayed on a head mount display 202 is determined, the feel of a hand and reappearance processing of the sense of heat are performed. First, the location of the body all over a virtual space and the location of a globe are evaluated by the space status management section 206 (t14). Here, when the location of a globe crosses the body, a feel is reproduced based on the information acquired in (t14:Yes) and an initial-data input (t15). This tactile feeling reappearance is realized because the mechanical component 245,246 of a globe 202 drives by control from the globe control section 208. When the location of a body and a globe is separated (t14:No), reappearance of a feel is not carried out (t16), but progresses to step t20.

[0108] When there is reappearance of a feel, a reappearance judgment of the sense of heat is made further (t17). If temperature data are set as the objective initial data (t17:Yes), as for this, the sense of heat will be reproduced by a user's hand according to this value (t18). According to the control from the globe control section 208, this sense-of-heat reappearance is realized because the temperature-control sections 247a and 247b perform temperature rise descent. When there are no temperature data, reappearance of the sense of heat is not carried out (t19).

[0109] The existence of a space limit is judged after the feel of a hand, and reappearance decision of the sense of heat. The restriction in space is range where the user is having it permitted to move all over a virtual space. For example, when a certain room is reproduced all over a virtual space, the range along which he can walk is the location of the wall of the room, and a minimum serves as a floor. Moreover, when the sky is reproduced in a virtual space, there will be no space limit.

[0110] Here, based on the information on an initial data (or information in front of 1 cycle), the existence of a space limit is judged first (t20). When there is a limit, (t20:Yes) and this limit information are inputted (t21). When there is no space limit, (t20:No) and a limit of the body of operation are not carried out (t22), but progress to step t27.

[0111] When there is a space limit, the operating range of a body region is judged by the space status management section 206 from the body location in environmental data and a virtual space etc. (t23). For example, in the scene of walking along a floor and rising a previous stairway, while the limit of a foot of operation is walking along a floor, there is no level difference in actuation of a foot on either side, but when rising a stairway, the lower limit of foot actuation is different by right and left.

[0112] When a body region exceeds a space limit (t23:Yes), a limit of an object body region of operation is performed (t24). This limit of operation is realized by control of the mechanical component 252 from the attitude control section 225 of the movement somesthesia control section 209. In addition, with a limit [less than], a limit of operation is not performed (t25). The comparison of this body region and a space limit is performed about all body regions (t26-t23). That is, steps t23-t26 are repeated until space limit processing finishes about whole body soma grade.

[0113] Next, the input of a body region is performed from each sensor 251 of movement somesthesia equipment 204 (t27). This is for performing a user's 5 body attitude control, and internal and external

ring control. In addition, the above-mentioned space control (t20-t26) is control performed corresponding to the spatial conditions in a virtual space, and is control of the posture in which control performed here is performed corresponding to actuation of a user 5, an environment, etc.

[0114] By attitude control, evaluation of the body region and environmental condition which were inputted is first performed to this ** in the space status management section 206 (t28). An environmental condition is body data which constitute the location in a user's virtual space, and space. The inside ring 3 is controlled by the cross direction based on this evaluation (t29). Outside Ring 2 is similarly controlled by the longitudinal direction (t30).

[0115] Next, the existence of sound effect generating is determined by the existence of sound effect data (t31). Here, if there are sound data (t31:Yes), a sound will be outputted according to sound data (t32). When there are no sound data, (t31:No) and a sound are not outputted (t33).

[0116] If processing of these single strings is completed, the existence of a deactivate request will be checked in the space status management section 206 (t34). This deactivate request has the abnormalities of body physiology data besides the instruction by a user's utterance, a timer, etc. This equipment will be suspended if there is a deactivate request (t34:Yes) (t35). If there is no deactivate request (t34:No), it will return to step t4 and these processings will be again performed from the sense location input of a head mount display.

[0117] As mentioned above, since the virtual space somesthesis equipment concerning the gestalt of operation of this invention controlled each of these equipments by space status management equipment 201 while forming a head mount display 202, a globe 203, and movement somesthesis equipment 204, it can feel not only an image but tactile feeling, temperature, an image, voice, the kinesthetic sense, and balance sense in virtual reality space. Thus, since an image, tactile feeling, the sense of heat, and the kinesthetic sense are reproduced on virtual reality space and it has a flexible space layout function, an environment, the virtual control board, etc. of virtual reality space can be set up freely, and retrieval of various simulation and a usually dangerous place etc. can be experienced in virtual reality.

[0118] Moreover, according to this operation gestalt, since space status management equipment 201 was made to carry out drive control of each mechanical component in movement somesthesis equipment 204 grade based on the information from each sensor of operation, the image and voice united with the actual motion of a user can be given from head mount display 202 grade. That is, while performing the renewal of an image doubled with actuation of a user since unitary management was carried out, generating of a sound effect, etc., such as a posture of the display image of a head mount display, a sound effect, and the body, the feeling to the bodies, such as attitude control according to the situation in a virtual space, is controllable by space status management equipment 201.

[0119] Moreover, since the image with which a user is provided follows a motion of the body decided by the sense of the display by the three-dimension gyroscope sensor which detects the sense of a head mount display, and the mechanical component which supports each joint of the body, it can offer a more realistic virtual space image.

[0120] Furthermore, in order to raise presence more, the sound when using sound equipment, for example, operating the switch on a control panel, the sound of the device which begins to move by the actuation, etc. are reproducible. Therefore, virtual experience of the feeling of actuation of a switch besides graphic display etc. can be carried out all over virtual reality space.

[0121] Although the information used with this equipment is managed with virtual space status management equipment, by transmitting this information using various means of communications, the distant part can also share a virtual space and the education in a remote place etc. can be performed effectively in it.

[0122] Thus, since unlike virtual space somesthesis equipment the virtual space somesthesis equipment of this operation gestalt can be touched by the direct hand, touches the body in a virtual space directly and can carry out the direct somesthesis of the objective texture, it can omit the mock-up at the time of the product manufacture performed conventionally etc., and can perform compaction of cost and a development cycle. Moreover, since the simulation also of the actuation performed by an activity etc. can be carried out, it can be used also for training of various activities. Operating procedure etc. can be

practiced if a control panel etc. is manufactured in a virtual space. Moreover, even if it does not actually manufacture a control panel, operability can be examined, and an effective cost cut can be aimed at.

[0123] (Gestalt of implementation of the 2nd of invention) The 1st operation gestalt explained processing of space status management equipment 201 to the overall functional configuration list of virtual space somesthesia equipment. following and the 2- the 5th operation gestalt explains each of the globe 203 in the virtual space somesthesia equipment of the 1st operation gestalt, a head mount display 202, movement somesthesia equipment 204, and the motor function measuring device 205 in detail. furthermore -- the 6th operation gestalt -- this the 1- the concept of the virtual space data with which the virtual space somesthesia equipment explained with the 5th operation gestalt should be provided is explained.

[0124] This operation gestalt explains the globe 203 in the virtual space somesthesia equipment of the 1st operation gestalt. In addition, the functional configuration of a globe 203 is as the 1st operation gestalt having shown to drawing 5.

[0125] the palm realized by finger feel reappearance / actuation detection function in which a globe 203 is realized by the mechanical component 245,246 and sensors 241-244 in drawing 5, and the contact pressure mechanical component of a mechanical component 245,246 -- it has the feel reappearance function and the temperature reappearance function realized by the temperature-control sections 247a and 248a and thermo sensors 247b and 248b.

[0126] First, the configuration about finger feel reappearance / actuation detection function is explained using drawing 10 and drawing 11. Drawing 10 is the block diagram showing the drive part and sensor part which are arranged at the back side of the hand of a globe, it gives the same sign to the same part as drawing 1 - drawing 9, omits explanation, and describes only a part different here. moreover, drawing 11 -- the palm of the hand of a globe -- it is the block diagram showing the drive part and sensor part which are arranged at a side, and the same sign is given to the same part as drawing 1 - drawing 10, explanation is omitted, and only a part different here is described.

[0127] The component about finger feel reappearance / actuation detection function in a globe 203 consists of the finger mechanical component and the sensor 404, the three-dimension sensor 243 (in the case of a right hand, it is the three-dimension sensor 244) and the wrist mechanical component and the sensor 405 which are formed in the body 400 of a globe with which a wrist is equipped, and the fingertip link 401, the joint link 402 and the wrist link 403 where a user 5 is taken in his hand. In addition, although drawing 10 and drawing 11 show the case of a left hand, they are constituted like [a right hand] a left hand.

[0128] Here, the sensor 241 (in the case of a right hand, it is a sensor 242) and mechanical component 245 (in the case of a right hand, it is a mechanical component 246) respectively corresponding to a finger mechanical component and sensor 404 list in a wrist mechanical component and a sensor 405 are constituted by one.

[0129] A globe 203 is still more specifically attached in a finger mechanical component and a sensor 404 through the joint link 402 where the wire 399 was formed in each joint from the fingertip link 401 of each finger. The movable range of each finger is determined by changing the wire die length during a link (henceforth the die length of a link) into the body in a virtual space collectively by the finger mechanical component and the sensor 404. The die length of a link is supervised by the sensor 241,242, and directions of the excursion from space status management equipment 201 are given to a mechanical component 245,246. A mechanical component 245,246 gives the reaction force of the body currently touched in the virtual space, or it fixes it so that it may not move from an excursion.

[0130] Moreover, a wire 399 is attached in a wrist mechanical component and a sensor 405 from the wrist link 403, the wire die length between the wrist links 403 is supervised by the sensor 241,242, and directions of the excursion from space status management equipment 201 are given to a mechanical component 245,246. A mechanical component 245,246 gives the reaction force of the body currently touched in the virtual space, or it fixes it so that it may not move from an excursion. In addition, as shown in drawing 10 and drawing 11, four sets of sets of a wrist mechanical component and a sensor 405 are prepared.

[0131] Moreover, in order to supervise the location of an arm, a location, an inclination, and passing speed are supervised by the three-dimension sensor 243,244.

[0132] next, drawing 12 -- using -- a palm -- the configuration about a feel reappearance function is explained. drawing 12 -- the palm of a globe -- it is the block diagram showing the drive part which feels tactile feeling, and the same sign is given to the same part as drawing 1 - drawing 11 , explanation is omitted, and only a part different here is described. the palm in a globe 203 -- the component about a feel reappearance function consists of the feel section 501 prepared between the mechanical component 505 before and after preparing in the body 400 of a globe, the link mechanical component 504 prepared in the order [this] mechanical component 505, the link A502 and link B503 which were attached in the link mechanical component 504, and a link A502 - a link B503.

[0133] concrete -- a palm -- a feel reappearance function gives a feel to a palm by the feel section 501. For this reason, the stop section 507 is fixed in middle, and a link A502 and a link B503 are rotated focusing on the stop section 507. As shown in drawing 12 (b), it has structure which the feel section 501 is pushed and transforms because the migration section 508 of the link mechanical component 504 moves a link A502 in the die-length direction, and is doubled with the body configuration in a virtual space. Moreover, when the migration section 509 of the link mechanical component 704 moves a link B503 in the height direction, it has the structure where an include angle with a hand can be changed. Furthermore, it has the feel section 501 and the structure where the distance of a hand can be changed, by the order mechanical component 505.

[0134] Next, the configuration about a temperature reappearance function is explained using drawing 13 . Drawing 13 is drawing showing the temperature-control section for feeling the temperature sense in a globe, and the example of arrangement of a thermo sensor, it gives the same sign to the same part as drawing 1 - drawing 12 , omits explanation, and describes only a part different here. Temperature-control section 247a (in the case of a right hand, it is temperature-control section 248a) is attached in the background (a palm and opposite side) of the feel section 501, and, as for the component about the temperature reappearance function in a globe 203, it has come to attach thermo-sensor 247b (for it to be thermo-sensor 248b in the case of a right hand) in temperature-control section 247a.

[0135] Here, the temperature-control sections 247a and 248a give temperature information to the feel section 501, and thermo sensors 247b and 248b have structure which controls temperature.

[0136] Next, actuation of the virtual space somesthesis equipment in this operation gestalt constituted as mentioned above is explained.

[Of operation detection functional] drawing 14 is drawing showing signs that location detection is performed in the drive list of each finger.

[0137] As shown in this drawing, in the virtual space somesthesis globe 203, the wire 399 is connected to the finger mechanical component and the sensor 405 through the fingertip link 401 and the joint link 402 with which each part of a finger was equipped. By sending out a wire 399 from a finger mechanical component and a sensor 405 in this condition, the die length to the fingertip link 501 becomes long, and the joint of a finger is moved in the straight direction.

[0138] In order that the joint of a finger may move only in the direction to grasp, the movable range required of changing the whole link length by the mechanical component is secured so that drawing 14 may be seen and understood. Moreover, when reaction force is in the body of a virtual space, a feel is acquired by pulling a wire 399 from a mechanical component and a sensor 405, and giving weight to a link 401,402.

[0139] Drawing 15 is drawing showing signs that location detection is performed in the drive list of a wrist.

[0140] With a globe 203, it puts on the location of the four directions of [on the diagonal line], and a wire 399 is connected to a wrist mechanical component and a sensor 405 from the wrist link 403, respectively. The wire die length equivalent to the link length a and b (c and d are in the opposite side) is changed by moving a wrist, as shown in drawing 15 . The condition of a wrist is detected under these link length a, b, c, and d being supervised by the sensor section of a wrist mechanical component and a sensor 405. Moreover, the location, the inclination, and passing speed of an arm are supervised by the

three-dimension sensor 243.

[0141] Moreover, as shown in drawing 15, the die length of the link length a, b, c, and d is changed by moving a wrist. Furthermore, the movable range is determined with the range of link length being restricted by the drive parts of a wrist mechanical component and a sensor 405. Moreover, weight is felt by covering each load over each link 403 by pulling a wire 399.

[0142] Next, the flow of detection of a globe of operation is shown.

[0143] Drawing 16 is the flow chart showing processing of globe actuation detection.

[0144] The operation for this processing is performed in each globe actuation detecting element 215,220 of space status management equipment 201.

[0145] First, in order to perform detection of operation, a value is inputted from the sensor 241,242 which detects actuation of a fingertip or a wrist (u1). The thing holding this sensor value and the last sensor value is compared (u2). This comparison is judged to be a **** of operation, when it is carried out about the coordinates X, Y, and Z of the three dimension acquired by the sensor and the difference from retention data is detected to these coordinate values. That is, if a sensor value and retention data are the same (u2:No), it will be judged that he has no actuation (u6), and it will progress to step u7.

[0146] On the other hand, if a difference is in the value of retention data and a sensor value by the above-mentioned comparison (u2:Yes), it will be judged as those with ***** (u3). When judged as a **** of operation, movement magnitude is calculated based on each coordinate value (u4). This movement magnitude is transmitted to the space status management section 206 as the fingertip of a globe, and a situation of a palm of operation. The inputted sensor value is held as retention data after this count (u5). These retention data are used for next decision of operation.

[0147] The target sensor markup force condition is judged by the last (u7). When it is judged that the input of the sensor value currently installed in all globes was completed by this, it shifts to the next processing (u7:Yes). On the other hand, when the input is not completed, it returns to (u7:No) and step u1, and a series of processings wind, and it is *****.

[0148] A [feel reappearance function], next processing of feel reappearance are explained using drawing 17. here -- a palm -- reappearance of not only a feel but a finger feel is also explained collectively. This feel reappearance processing is calculated in space status management equipment 201.

[0149] Drawing 17 is the flow chart showing processing of feel reappearance of a globe.

[0150] First, when a user's hand touches a body all over a virtual space, the hardness data of the body are inputted (v1), then surface data are inputted (v2). this hardness data -- a body -- "-- hard/-- it is soft --" -- it is shown data and surface data show conditions, like "it is /unevenness smoothly." These data are numerically defined as some body data. Evaluation on a finger location and the front face of a body is performed after a data input (v3). If it is judged that the finger is not touching a body front face (v3:No), it will progress to step v8.

[0151] On the other hand, if it is judged that the finger is touching the body front face (v3:Yes), a limit of the link of the target finger of operation will be started (v4). The hardness of the body is taken into consideration in a limit of operation (v5). For example, if it is a can made from steel, a link (wire) will be controlled so that a fingertip does not go ahead of a can front face. Moreover, in the case of a rubber ball, it is controlled so that a fingertip goes to the back from a ball front face. Under the present circumstances, in order that a fingertip may express the condition of eating into the ball, when a finger goes ahead of a ball front face, reaction force is returned to the target finger, and actuation is restricted when a fingertip progresses to some extent. This reaction force and limiting value are decided based on the hardness data like the point.

[0152] Next, the condition that a fingertip moves in a body front face is evaluated (v6). This detects the condition that the fingertip patted the body front face. When this migration does not exist (v6:No), it progresses to step v8. On the other hand, when there is migration by this evaluation (v6:Yes), the condition on the front face of a body is expressed (v7). If a front face is "unevenness", a link is finely vibrated before and behind a wire, and "unevenness" is made to express here. This period of vibration is proportional to the passing speed of a finger. When passing speed is early, it is short in a period, and in being late, it lengthens a period. If fine unevenness is defined as the coordinate data showing an

objective front face, it is possible to control a link according to this coordinate data at the time of fingertip migration. However, when three-dimension data express a body, the sense of reality of appearance is thought as important, a front face performs texture processing in many cases, and the surface coordinate data is not defined in many cases.

[0153] The same processing as this is performed also about a palm. After feel processing with a finger and a body is performed, the physical relationship on a palm and the front face of a body is evaluated (v8). the case where the palm is touching the body front face here -- a palm -- the link A502 for feels and a link B503 are operated (v9). In this case, objective hardness is similarly considered as a fingertip (v10). Next, it is evaluated whether the palm moved in the body front face (v11). When migration of a palm is detected by this evaluation, a surface state is reproduced by the palm by the same control as a fingertip (v12).

[0154] in addition -- although [as processing of a palm is shown in drawing 17] carried out after processing of a finger -- this palm -- it may be made to perform processing to processing and juxtaposition of a finger. in that case, the palm after step v8 -- before performing processing, it is necessary to perform steps v1 and v2 moreover, the palm of steps v8-v12 -- although [feel reappearance] carried out using the configuration shown in drawing 12 , it is replaced with this processing (v8-v12), or may be made to perform the same processing as steps v8-v12 with this processing (v8-v12) using the wrist link 403, and a wrist mechanical component and a sensor 405.

[0155] A [temperature reappearance function], next processing of temperature reappearance are explained using drawing 17 . This temperature reappearance processing is calculated in space status management equipment 201.

[0156] Drawing 18 is the flow chart showing processing of temperature reappearance of a globe.

[0157] First, when objective temperature data are defined in the initial data and the globe 203 has held the body, the temperature data about the body concerned are inputted (w1). Next, the value of thermo sensors 247b and 248b prepared in the globe 203 is inputted (w2). Furthermore, this temperature data is compared with a sensor value (w3).

[0158] In this comparison, when objective temperature data are larger than a sensor value, in order to make (w3:Yes) and a user feel "it is warm", control which raises the temperature of a fingertip to the temperature-control sections 247a and 248a is performed. Moreover, when temperature data are smaller than a sensor value (w3:No), in order to make it feel "it is cold", control which drops temperature is performed (w5). Furthermore, the upper limit/lower limit of temperature are set up for security, and a user's burn and frost bite are prevented.

[0159] For this reason, the comparison of a thermo-sensor value and a temperature upper limit is first performed after temperature control (w6). The temperature-control sections 247a and 248a are ordered so that (w6:Yes) and temperature control may be suspended by this comparison, when a sensor value is larger than a temperature upper limit (w7). On the other hand, as for that, the comparison with a thermo-sensor value and a temperature minimum is performed for a sensor value to (w6:No) and a pan below in a temperature upper limit (w8). With [in this comparison / a sensor value] a minimum [more than], the input of a thermo-sensor value is again performed to step w2 for return and temperature control (w8:No). If a sensor value is lower than a minimum, the temperature-control sections 247a and 248a will be ordered so that temperature control may be suspended (w7).

[0160] As mentioned above, since the virtual space somesthesia equipment concerning the gestalt of operation of this invention equips a globe 20 with the sensor which supervises the operating state of each finger and supervised the operating state of each finger, it can supervise physical relationship with the body which exists on a virtual space.

[0161] Moreover, since according to this operation gestalt the motion of a mechanical component was fixed when each finger was equipped with the mechanical component which tells tactile feeling, a drive required for each finger was given to a globe 203 from a mechanical component and a body was touched, tactile feeling can be felt.

[0162] Furthermore, according to this operation gestalt, since it has a house keeping sensor and a condition, passing speed, etc. of a wrist were further got to know by the three-dimension sensor in order

to supervise the location and inclination of a hand in a globe 203, the condition of the whole hand including a wrist can be supervised.

[0163] Moreover, according to this operation gestalt, with a globe 203, the mechanical component for wrist position controls, since the force from a required direction was applied to the wrist, feelings, such as an inclination, can be given according to the location of a hand. Furthermore, since a motion of a mechanical component is fixed and the limit of operation was given when a body was touched, existence of a body can be felt by the whole hand.

[0164] Moreover, since ***** and cutaneous sensation to a palm were given, and the force is applied to the flexible tabular matter, deformation put close to the body configuration of a virtual space is carried out and it was made to touch to a palm according to this operation gestalt, a body can be made to feel by giving ***** and cutaneous sensation with a globe 203.

[0165] furthermore, since according to this operation gestalt it had the temperature control component (for example, a Peltier device, an electronic formula heater) of an electronic formula globe 203 in order to reproduce the temperature sense (warm -- cold) to a fingertip and a palm etc., when a fingertip or a palm touches a body, by this temperature control component, the warm temperature sense of being cold can be given to a contact part, and the body somesthesia by temperature can be given.

[0166] Furthermore, according to this operation gestalt, by controlling the amount of actuation of the mechanical component of each fingertip and a palm based on the command from space status management equipment 201, the feel over a fingertip and a palm is given and a globe 203 can carry out the thing of it.

[0167] Moreover, according to this operation gestalt, the operating state of a globe 203 is transmitted to space status management equipment 201 through the sensor currently installed in each fingertip and a palm. Under the present circumstances, since the operating state of a globe 203 was supervised in generalization, the somesthesia according to actuation of a globe can be given.

[0168] Moreover, since the globe 203 prepared the temperature reappearance section which rises / drops the temperature of the temperature equipment currently installed in the fingertip and the palm by the demand from space status management equipment 201 according to this operation gestalt, the sense of heat can be effectively given in a fingertip and the palm.

[0169] (Gestalt of implementation of the 3rd of invention) This operation gestalt explains the head mount display 202 in the virtual space somesthesia equipment of the 1st operation gestalt. In addition, the functional configuration of a head mount display 202 is as the 1st operation gestalt having shown to drawing 4.

[0170] Drawing 19 is the block diagram showing an example of a head mount display, it gives the same sign to the same part as drawing 1 - drawing 18, omits explanation, and describes only a part different here.

[0171] As this head mount display 202 is shown in the body section 601 and this body section 601 of the shape of a ring with which it is equipped so that the eye of human being's head and the part of a lug may be covered at drawing 19 The left-hand side graphic display section 230, the left-hand side liquid crystal section 231, the right-hand side graphic display section 232, the right-hand side liquid crystal section 233, the left-hand side camera 234, the right-hand side camera 235, the voice input section 236, the three-dimension sensor 237, the left-hand side voice output section 238, and the right-hand side voice output section 239 are prepared and constituted.

[0172] The right-hand side graphic display section 232 and the left-hand side graphic display section 230 display an image that the image of a virtual space is seen and a visual effect is acquired. Moreover, the right-hand side liquid crystal section 233 and the left-hand side liquid crystal section 231 are formed in order to see an external scene. Furthermore, the right-hand side camera 235 and the left-hand side camera 235 are attached in the outside of the right-hand side liquid crystal section 233 and the left-hand side liquid crystal section 231 for external image incorporation, respectively.

[0173] The right-hand side voice output section 239 and the left-hand side voice output 238 are formed in order to reproduce the voice of a virtual space, and they are arranged so that the direct sound included in a lug may be heard. Moreover, the voice input section 236 is used for the instruction and the object

for conversation by voice input. Furthermore, the three-dimension sensor 237 supervises the location, the inclination, and passing speed of the head, in order to supervise [look at / the user / where].

[0174] Next, actuation of the virtual space somesthesia equipment in this operation gestalt constituted as mentioned above is explained. Fundamental actuation is as the 1st operation gestalt having explained. Here, the solid graphic display function, the image composition function, and speech processing of a head mount display are explained. Drawing 20 is drawing for explaining the solid graphic display function of a head mount display.

[0175] As shown in this drawing, when the arrow has flown aiming at itself, parallax occurs to an eye on either side. If an arrow approaches, parallax will usually become large and ***** will be projected like the left-hand side image 611 right-hand-side image 612. Human being's eyes show the image near reality by displaying the 3-dimensional scenography of a virtual space using this which usually compounds an image on either side and is searching for a sense of distance.

[0176] Drawing 21 is drawing for explaining the image composition function of a head mount display.

[0177] The liquid crystal section 231,233 for performing transparency / nontransparent switch is formed in the outside of the graphic display section 230,232 in the scene of a display outside, and this liquid crystal section 231,233 has structure which can open and close liquid crystal by control from the outside. Moreover, an external image is incorporated using a camera 234,235, the information within the external image is read, and it can display now in piles on a part of virtual space by ****. The data processing is performed by space status management equipment 201.

[0178] The example of image composition is explained using drawing 21 . The case where the flower vase 626 created in the virtual space is compounded in the actual scene currently seen by the eye is considered. Here, a desk 625 is in an actual scene.

[0179] In this case, a desk 625 is first incorporated in the camera section 234,235. By the location of both this taking-in image and flower vase 626 in a virtual space being compared, if a flower vase 626 is projected on what location of the image display section 230,232, it will be determined by ***** status management equipment 201 whether it is in agreement with an actual scene. Only the above-mentioned flower vase 626 is displayed on the image display section 230,232 on it. It seems that the flower vase 626 appears on the desk 625 to an eye 624 by opening the liquid crystal section 1101 after the display of the flower vase 626 to the image display section 230,232.

[0180] Moreover, with virtual space somesthesia equipment, it is controllable in actuation by a user's utterance. The speech processing corresponding to the voice input from the voice input section 236 (henceforth a microphone) is explained about this point.

[0181] Drawing 22 is the flow chart showing speech processing.

[0182] First, voice is inputted into virtual space somesthesia equipment by the microphone (x1). Next, this inputted voice is changed into a text in the speech recognition section 213 of the head mount display control section 207, and is further inputted into the space status management section 206 (x2). It is compared with this text and the instruction of operation beforehand registered into the instruction data storage section 631 of operation. In addition, the instruction data storage section 631 of operation may be formed in the virtual space data storage 200, and may be prepared in the storage in space status management equipment 201.

[0183] For the above-mentioned comparison, data are inputted into the space status management section 206 from the instruction data storage section 631 of operation (x3), and these comparisons are performed (x4). When both are in agreement, (x4:Yes) and its instruction of operation are executed (x6). In not being in agreement, unless it has completed the comparison with (x4:No) and all instructions of operation, return (x5:No) and the following instruction data of operation are inputted into step x3. Moreover, in step x5, when the comparison with all the data registered is completed, it is judged that he has (x5:Yes) and no corresponding instruction (x7).

[0184] since the virtual space somesthesia equipment which apply to the gestalt of operation of this invention as mention above made constitute from a camera which can incorporate the image which set the head mount display by the microphone for carry out voice input to the voice output section which achieved right and left independence with the image display section which achieved right and left

independence, and its field of view, and a three dimension sensor which can supervise a location, passing speed, and an inclination, it can perform the display of 3-dimensional scenography, and reappearance of a real sound.

[0185] Moreover, since the image display section in which the head mount display 202 achieved right-and-left independence was used according to this operation gestalt, the 3-dimensional scenography using binocular parallax on either side and **** parallax can be displayed, as a result the depth perception in a virtual space can be felt.

[0186] Moreover, according to this operation gestalt, the image display section of a head mount display 202 has the structure which can be changed also to the transparent mode, and since it was made to perform location detection of the body within an actual scene using the camera attached in the head mount display, the image created in the virtual space can be compounded and shown in the scene currently seen by transparency. That is, actual scenery etc. can be incorporated to a virtual space.

[0187] Furthermore, according to this operation gestalt, an instruction of operation can be given to space status management equipment by performing voice input using the voice input section of a head mount display 202.

[0188] (Gestalt of implementation of the 4th of invention) This operation gestalt explains the movement somesthesis equipment 204 in the virtual space somesthesis equipment of the 1st operation gestalt. In addition, the functional configuration of movement somesthesis equipment 204 is as the 1st operation gestalt having shown to drawing 6.

[0189] In this movement somesthesis equipment 204, as shown in drawing 1, to right-and-left rotation Ring 2 and a pan, the order rotation ring 3 supports by the inclination mechanical component 4 on the equipment base 1. Furthermore, the mechanical-component sensor by which the mechanical component and the sensor were united in the inside of the order [this] rotation ring 3 is formed, and the user 5 supports.

[0190] Here, the base front face is emergency shut down sensor 1a, and the equipment base 1 shown in drawing 1 will stop, if a thing touches on a base. For example, when a user drops the put-on object or a base 1 is touched except a user, a stop signal is transmitted to space status management equipment 201, and it has become the structure which a system stops.

[0191] Moreover, the inclination mechanical component 4 has structure with possible making right-and-left rotation Ring 2 and the order rotation ring 3 incline all around.

[0192] Right-and-left rotation Ring 2 has the structure of the shaft which has attached the order rotation section 3 moving to right and left, and moving the order rotation ring itself to right and left. The order rotation ring 3 can be rotated centering on that shaft, and it has the structure of making balance sense and acceleration feeling feeling by combining this rotation.

[0193] Furthermore, each mechanical-component sensor (not shown to drawing 1) which supports a user 5 in the order rotation ring 3 gives the somesthesis of balance sense and acceleration feeling in a drive part while observing the condition of the user concerned in a sensor part.

[0194] Drawing 23 is the front view showing the arrangement configuration of the mechanical-component sensor in movement somesthesis equipment, it gives the same sign to the same part as drawing 1 - drawing 22, omits explanation, and describes only a part different here.

[0195] Moreover, drawing 24 is the side elevation showing the arrangement configuration of the mechanical-component sensor in movement somesthesis equipment, it gives the same sign to the same part as drawing 1 - drawing 23, omits explanation, and describes only a part different here.

[0196] As shown in drawing 23 and drawing 24, in movement somesthesis equipment 204, the mechanical component 251 holds each joint section of a user 5, and it has the structure where combine with a limit in a virtual space and a mechanical component 251 runs in a setup and load of operating range. Each mechanical component 251 serves as a pair by two mechanical components, as shown in drawing 23 and drawing 24, and it has the structure where a direction is changeable by changing the die length of each mechanical component. moreover, two mechanical components which each of these mechanical components 251 become a corresponding sensor 252 and a corresponding pair, have integral construction, and are prepared in each posture section as the 1st operation gestalt explained -- it each

corresponds and a sensor is formed.

[0197] Therefore, each joint section The head mechanical-component sensor 701 which consists of a pair of the corresponding point of a sensor 251 and a mechanical component 252, the regions-of-back mechanical-component sensor 702, the lumbar part mechanical-component sensor 703, the bottom part mechanical-component sensor 704, the left shoulder section mechanical-component sensor 705, the right shoulder section mechanical-component sensor 706, the left elbow section mechanical-component sensor 707, It consists of the right elbow section mechanical-component sensor 708, the left knee region mechanical-component sensor 709, a right knee region mechanical-component sensor 710, a left leg section mechanical-component sensor 711, and a right leg section mechanical-component sensor 712.

[0198] Next, the configuration for the perimeter sound field reappearance by movement somesthesia equipment 204 is explained. Drawing 25 is drawing showing the configuration for the perimeter sound field reappearance in movement somesthesia equipment. That is, the environmental voice output section 803 by the side of a user's 5 tooth back, the environmental voice output section 804 by the side of a front face, the environmental voice output section 805 by the side of a right face, and the environmental voice output section 806 by the side of a left surface are attached in the rotation-before and after movement somesthesia equipment 203 ring 3 so that environmental voice may be outputted towards a user 5. Each of these environmental voice output sections 803-806 have structure which reproduces perimeter sound field correctly reflecting the source location and echo of a sound in a virtual space.

[0199] Next, actuation of the virtual space somesthesia equipment in this operation gestalt constituted as mentioned above is explained. First, the attitude control by each mechanical component is explained.

[0200] Drawing 26 is the flow chart showing processing of attitude control. Attitude control is the function to restrict actuation of a user 5 according to the condition of a virtual space. For example, corresponding to the actuation "along which he walks", the movable range of a foot serves as a floor line, and it is controlled by actuation which walks along a floor so that a foot does not go below a floor line. That is, although it can move all around, the minimum of foot actuation serves as a floor.

[0201] It is in charge of a user's attitude control, and a virtual space condition is first grasped in space status management equipment 201. The condition of the environment where the user 5 is feeling this, the body arranged is grasped (y1). Next, movement magnitude is grasped from the location and the situation of operation of body each part (y2). Grasp of movement magnitude is performed by the body actuation detecting element. The body part which touches the body in space status management equipment 201 is detected from the arrangement object and body location in a virtual space based on such information (y3).

[0202] When contact on a body is detected by this detection (y3) (y4), a judgment within the movable range is made for that body region (y5). By this decision, if it is less than the movable range, that actuation is permitted (y6). On the other hand, actuation will be restricted if the location of a body region has crossed the movable range (y7). That is, it is made for a foot not to go below a previous floor line by the mechanical component.

[0203] Next, the body actuation detection by the body actuation detecting element 224 of a sensor 251 and the space status management section 201 is explained.

[0204] Drawing 27 is the flow chart showing detection processing of body actuation.

[0205] First, in order to perform detection of operation, a value is inputted into the body actuation detecting element 224 from the sensor 251 which detects actuation of an arm, a foot, etc. (z1). Next, the thing holding this sensor value and the last sensor value is compared (z2). If a difference is in the value of retention data and a sensor value by this comparison (z2:Yes), it will be judged as those with ***** (z4). If a sensor value and retention data are the same (z2:No), it will be judged that he has no actuation (z3). This comparison is judged to be a **** of operation, when it is carried out about the coordinates X, Y, and Z of the three dimension acquired by the sensor and the difference from retention data is detected to these coordinate values.

[0206] When judged as a **** of operation, in the body actuation detecting element 224, movement magnitude is calculated based on each coordinate value (z5). This movement magnitude is transmitted to the space status management section 206 as a situation of body regions, such as a user's arm and a foot,

of operation. the sensor value inputted in order to use for next decision of operation after this count is new -- retention data are carried out (z6).

[0207] And the target sensor markup force condition is judged (z7). In this decision, when the input of the sensor value currently installed in all movement somesthesis equipments is completed, it shifts to the next processing (z7:Yes). When the input is not completed, it returns to (z7:No) and step z1, and a series of processings are performed repeatedly.

[0208] Next, the control to inside-and-outside Ring 2 before and behind right and left and 3 is explained. Drawing 28 is the flow chart showing control processing of an inside-and-outside ring. An internal and external ring (inside ring; order rotation Ring 2, outside ring; right-and-left rotation ring 3) is for giving a user 5 a feeling of acceleration, a rise, or the lightening. These ring control is performed by the outside ring control 226 and the inside ring control 227 of space status management equipment 201.

[0209] First, it states from control of right-and-left rotation Ring 2 (outside ring) which is controlling the longitudinal direction. The condition of a virtual space needs to be first grasped by control of a ring (a1). This is because body migration, body impaction efficiency, etc. occur by actuation of a user 5. Next, a user's body location is grasped (a2). The information from the body actuation detecting element 224 and the globe actuation detecting element 215,220 is transmitted to the space status management section 206, and, as for this, information is unified here. this integrated information is inputted movement somesthesis device control section 209 again -- it is. Ring control is performed based on these information.

[0210] First, inertia count of the body is performed from input (a3). The existence of inertia is judged from a count result (a4). By this decision, if there is no inertia (a4:No), it will return to step a1, and it redoes from grasp of a virtual space condition again. If there is inertia (a4:Yes), the passing speed of the body on a virtual space will be grasped (a5). Then, the migration direction of the body is grasped (a6).

[0211] Although it is chosen from these rates and a direction any of the control member of a longitudinal direction or the control member of a cross direction they are (a7), the control member of a longitudinal direction shall be chosen here.

[0212] That is, (a8) and outside ring control are started by the control member of a longitudinal direction being chosen (a9). In this control, it opts for actuation based on the information which has grasped the sense in the case of changing a direction, an include angle, etc. If a sense change request is the left (a10), the left is made to rotate a ring in consideration of passing speed (a11). If it is judged whether it is a rightward demand (a12) and there is a demand when sense modification is not the left, the right will be made to rotate a ring in consideration of passing speed similarly (a13). When the case of No or processing of steps a11 and a13 is completed at step a12, it returns to step a1.

[0213] Next, the case where an order control member is chosen at step a7, and an inside ring controls is explained. An inside ring controls a cross direction and processing is performed like a previous outside ring also in this control in order of grasp (a1) of a virtual space condition, grasp (a2) of a body region, count (a3) of body inertia, existence decision (a4) of inertia, grasp (a5) of passing speed, and grasp (a6) of the body migration direction.

[0214] By selection (a7) of the following control member, selection of the control member of a cross direction starts control of an inside ring (a15). (a14) If the demand of a before inclination has come out by this control (a16), in consideration of passing speed, a ring will be rotated ahead (a17). It is judged whether if there is no demand of a front inclination, there is any demand of a back inclination (a18), and if there is a back inclination demand, in consideration of passing speed, a ring will be rotated in the direction of back (a19). When the case of No or processing of steps a17 and a19 is completed at step a18, it returns to step a1.

[0215] As mentioned above, since the virtual space somesthesis equipment concerning the gestalt of operation of this invention prepared the ring for rotation to a longitudinal direction, the ring which performs rotation to a cross direction at the inside, and the mechanical component which makes the ring itself incline, it can feel the combination of each rotation, the balance sense of the kinesthetic sense by the inclination ring, and acceleration feeling to movement somesthesis equipment 204.

[0216] Moreover, since movement somesthesis equipment 204 held a user's 5 body by the mechanical

component from the ring for rotation before and after the inside, movement can be made to feel by giving a limit and weight of a migration location to each bodily joint according to this operation gestalt. [0217] Moreover, according to this operation gestalt, since movement somesthesia equipment 204 formed the house keeping sensor for getting to know each ring location and the location of a mechanical component, it can supervise bodily operating state with a ring location and the location of a mechanical component.

[0218] Furthermore, since two or more loudspeakers are installed in the ring of movement somesthesia equipment 204, the direction and location of a sound which are around generated from a ring are adjusted and it was made to generate a sound effect according to this operation gestalt, the effective presence which human being's lug actually hears can be directed, or balance sense can be directed by moving sound field.

[0219] Furthermore, according to this operation gestalt, since movement somesthesia equipment 204 controlled the mechanical component of each part of the body by the demand from space status management equipment 201, it can give the somesthesia according to a user's 5 posture by it.

[0220] Furthermore, since according to this operation gestalt movement somesthesia equipment 204 detects a motion of the body by the mechanical component and this information was transmitted to space status management equipment 201, the somesthesia according to actuation of a user's 5 body can be given.

[0221] Moreover, since movement somesthesia equipment 204 controlled the motion of the ring for rotation which controls rotation to a longitudinal direction by the demand from space status management equipment 201 according to this operation gestalt, the motion to a user's longitudinal direction can be made to feel.

[0222] Moreover, since movement somesthesia equipment 204 controlled the motion of the ring for rotation which controls rotation to a cross direction by the demand from space status management equipment 201 according to this operation gestalt, the motion to a user's 5 cross direction can be made to feel.

[0223] (Gestalt of implementation of the 5th of invention) This operation gestalt explains the motor function measuring device 205 in the virtual space somesthesia equipment of the 1st operation gestalt. In addition, the functional configuration of the motor function measuring device 205 is as the 1st operation gestalt having shown to drawing 7.

[0224] Drawing 29 is drawing showing the condition of having equipped the user with each sensor which constitutes a motor function measuring device, it gives the same sign to the same part as drawing 1 - drawing 28, omits explanation, and describes only a part different here.

[0225] As shown in this drawing, it is equipped with the heart rate sensor 262 and the blood-pressure sensor 261 which constitute the motor function measuring device 205 to a user 5, and a user's 5 heart rate and blood pressure are measured. Measured value is inputted into the berth data input section 228 of the motor function test section 210 in space status management equipment 201, and is further inputted into the space status management section 206. Moreover, when a heart-rate and blood pressure go up, actuation of a system is stopped, and it has the structure of securing a user's 5 safety.

[0226] Next, actuation of the virtual space somesthesia equipment in this operation gestalt constituted as mentioned above is explained. Drawing 30 is the flow chart showing evaluation processing of a sensor value. This processing is mainly performed by space status management equipment 201.

[0227] First, height, weight, sex, condition, etc. are inputted as a user's 5 body data (b1). Limiting value, such as blood pressure and the number of cardiac nights, is computed based on these data (b2). Then, the blood-pressure sensor value of the user 5 who is feeling the virtual space is inputted from the blood-pressure-measurement sensor 261 (S3). This input value is compared with the blood-pressure limiting value computed like the point (b4). By this comparison, when the blood-pressure value is over limiting value (b4:No), equipment is suspended (b9). With limiting value [below] (b4:Yes), blood pressure is judged to be an insurance value (b5).

[0228] Similarly, the sensor value of the number of cardiac nights is inputted from the heart rate measurement sensor 262 (b6), and the comparison of this input value and the limiting value of the

number of cardiac nights is performed (b7). Here, equipment will be suspended if the number of cardiac nights is over limiting value (b7:No) (b9). Conversely, with limiting value [below] (b7:Yes), the number of cardiac nights is estimated as an insurance value. In addition, these processings are performed periodically.

[0229] Since it was made to suspend equipment as mentioned above when the virtual space somesthesia equipment concerning the gestalt of operation of this invention measured using the heart rate and the electrocardiogram sensor 261,262 and abnormalities were detected, employment which secured the insurance of the user in a virtual space can be performed.

[0230] (Gestalt of implementation of the 6th of invention) the virtual space somesthesia equipment of this operation gestalt -- the 1- while memorizing environmental data, body data, sound data, etc. for building a virtual space to the virtual space data storage 200 in the 5th virtual space somesthesia equipment, a flexible virtual space change can be made by changing these data.

[0231] Drawing 31 is drawing showing the conceptual example of the virtual space data used for the virtual space somesthesia equipment concerning this operation gestalt.

[0232] while the virtual space data which show the virtual space somesthesia equipment of this operation gestalt in this drawing are stored in the virtual space data storage 200 -- space status management equipment 201 -- each of these data -- modification -- and also it can use in addition -- the 1- it is constituted like the 5th operation gestalt.

[0233] Moreover, the virtual space data 1101 are classified into the environmental data 1102 for building a virtual space, and the body data 1103 arranged all over a virtual space in drawing 31. This body data 1103 consists of data which are arranged on space and which became independent for every data. In drawing 32, body #1 data 1104, body #2 data 1105 - the body #n data 1106 correspond.

[0234] Although the environmental data 1102 change a data item according to the assumption scene which a user 5 feels, they consist of an initial coordinate which arranges the magnitude, the lighting, the environmental sound, and each body of space fundamentally. In addition, the specific information of an assumption scene etc. may be set up.

[0235] the way it is all over a virtual space as body data 1103 -- the surface factor which shows the he CAD data of the form of an object, the data of operation which specified the Ruhr of an object of operation, the sound data of the body proper emitted when it operates, and the conditions on the front face of a body (unevenness / vine vine), the reaction-force multiplier which shows objective hardness are set up, and body specific information is also set up if needed.

[0236] If these data can be changed and all virtual space data are changed, the virtual space which a user experiences can be changed completely. Of course, an arrangement body remains as it is, and only environmental data are changed, or it can change and add each body data.

[0237] Next, actuation of the virtual space somesthesia equipment in this operation gestalt constituted as mentioned above is explained. Here, the scene where a table is in the room and the cop is placed on it is assumed. The distance to the wall of the four way type of the room is defined as magnitude of a virtual space, and in order to overlook the inside of the room, the condition that a bright electric light is in head lining is defined as the environmental data 1102 as lighting data. The body data 1103 define a wall, the color of a floor, the quality of the material, etc.

[0238] A table, configuration data of a cop, etc. which are put on the room are defined by the body data 1103. If the door for going into the room is made into an example as data of operation, 0 degree - 90 degrees of hinges will be rotated at the supporting point. When a user's body region touches, it is carried out by the space status management section 206, and rotation is ****. When a chair is arranged as an additional body in this space, the body data of a chair are inputted and the coordinate which a chair arranges with the environmental data 1102 is defined. It enables this to add a chair all over a virtual space.

[0239] As mentioned above, since the virtual space somesthesia equipment concerning the gestalt of operation of this invention was given to space status management equipment 201 for environmental data, body data, sound data, etc. for building a virtual space from the virtual space data storage 200, enabling free modification, it can change flexibly flexible virtual space modification, i.e., an

environment, a component, etc. by changing these data.

[0240] For example, according to a user's experience situation and condition, the image with which a user is provided can be easily changed by changing environmental data.

[0241] (Gestalt of implementation of the 7th of invention) above-mentioned the 1- the 6th operation gestalt -- first -- the 1st operation gestalt -- setting -- the explanation by the whole virtual space somesthesia equipment, and detail explanation of space status management equipment -- carrying out -- the 2- in the 5th operation gestalt, detail explanation of a globe, a head mount display, movement somesthesia equipment, and a motor function measuring device was given, respectively. Furthermore, the 6th operation gestalt explained the virtual space data with which are memorized by the virtual space data storage 200 and it is provided. the following operation gestalten -- setting -- this the 1- the 6th modification or example of amelioration in virtual space somesthesia equipment of an operation gestalt is explained.

[0242] the virtual space somesthesia system of this operation gestalt -- the 1- it makes it possible to take communication for distance etc. with the partner of other virtual space somesthesia equipments which are not related by sharing and using the same space as the others, using the 6th virtual space somesthesia equipment two or more.

[0243] Drawing 32 is drawing showing signs that two or more virtual space somesthesia equipments are connected, it gives the same sign to the same part as drawing 1 - drawing 31 , omits explanation, and describes only a part different here.

[0244] As shown in this drawing, it connects by communication media 1003 and the virtual space somesthesia system constitutes between the communication device while virtual space somesthesia equipment 1001 and virtual space somesthesia equipment 1002 equip each space status management equipment 201 with a communication device (not shown). Moreover, the space status management section 206 of each virtual space somesthesia equipments 1001 and 1002 is constituted so that a virtual space can be shared based on one data sent and received between virtual space somesthesia equipment. in addition, the point describing above -- removing -- each virtual space somesthesia equipments 1001 and 1002 -- the 1- it is constituted like the equipment in the 6th operation gestalt.

[0245] Next, actuation of the virtual space somesthesia system in this operation gestalt constituted as mentioned above is explained. In sharing the virtual space of the virtual space somesthesia equipments 1001 and 1002, information which each space status management equipment 201 manages, such as a user location and environmental information, communicates in both directions through communication media 1003. The near space status management equipment 201 which received the communication link makes receipt information reflect in the virtual space. By this, the virtual space of virtual space somesthesia equipment 1001 and virtual space somesthesia equipment 1002 will be shared, as a result the user 5 on both equipments will get the somesthesia in the same virtual space.

[0246] As mentioned above, since the same space as the others was used for the virtual space somesthesia system concerning the gestalt of operation of this invention, sharing it using the body of virtual space somesthesia equipment concerned two or more, it can take communication with a partner on a virtual space regardless of an actual distance etc.

[0247] (Gestalt of implementation of the 8th of invention) the virtual space somesthesia equipment of this operation gestalt -- the 1- in the 6th virtual space somesthesia equipment, the operating range of each mechanical component is specified for the improvement in muscular power of human being's motor function, and it enables it to perform strengthening of muscular power required for the improvement in a motor function etc. by giving repulsive force

[0248] and also it specifies this virtual space somesthesia equipment in the range which can perform operating range of each mechanical component for strengthening of muscular power etc. -- the 1- it is constituted like the 6th virtual space somesthesia equipment.

[0249] Next, actuation of the virtual space somesthesia equipment in this operation gestalt constituted as mentioned above is explained. Drawing 33 is the flow chart showing processing of repulsive force generating for the improvement in muscular power.

[0250] The repulsive force said to this drawing is given by controlling each mechanical component of

movement somesthesia equipment 204. This control is performed in attitude control. For this reason, generating of repulsive force is performed when judged as permission of operation in the attitude control section.

[0251] First, when permission of operation is judged in the attitude control section (c1), the existence of repulsive force generating is judged (c2). By this decision, if there is a repulsive force generating demand (c2:Yes), a restitution coefficient will be inputted (c3). A user 5 inputs this multiplier from voice or a hard device, and also it can be beforehand registered with each data. A simulation of repulsive force is performed to the mechanical component of the body part for the improvement in muscular power after the completion of an input of a repulsive force multiplier (c4).

[0252] As mentioned above, since the virtual space somesthesia equipment concerning the gestalt of operation of this invention specifies the operating range of each mechanical component for the improvement in muscular power of human being's motor function and gave required weight, it can perform strengthening of muscular power required for the improvement in a motor function etc.

[0253] (Gestalt of implementation of the 9th of invention) the virtual space somesthesia equipment of this operation gestalt -- the 1- in order to measure human being's motor function in the 6th virtual space somesthesia equipment, an image and voice are used and it enables it to perform the reflex movement to actuation, the sthenometry at the time of actuation, etc.

[0254] and also, as for this virtual space somesthesia equipment, the measurement program for various measurement is prepared in space status management equipment 201 -- the 1- it is constituted like the 6th virtual space somesthesia equipment.

[0255] Next, actuation of the virtual space somesthesia equipment in this operation gestalt constituted as mentioned above is explained. Drawing 34 is the flow chart showing a reflex movement and processing of a sthenometry.

[0256] As shown in this drawing, in order to measure reflection and muscular power, a setup of an arm, a foot, etc. is first performed as the body section made into the measuring object (d1).

[0257] Next, the reaction force for sthenometries is set as the mechanical component of this object part (d2). Only in the case of the timing measurement of a reflex movement, it is not necessary to carry out this setup.

[0258] If these setup is completed, the start trigger of reflex movement measurement will be generated (d3). This trigger is actuation used as the cause of initiation measurement, such as an image and voice. This trigger generating and coincidence are made to start reaction time measurement (d4). Then, detection of the target (d5) actuation is performed through a measurement continuation condition (d6). When it returns to step d5 and timing measurement is continued, when actuation is not detected (d6:No), and actuation is detected (d6:Yes), reaction time measurement is completed (d7) and muscular power is measured by coincidence (d8).

[0259] As mentioned above, since the virtual space somesthesia equipment concerning the gestalt of operation of this invention was made to measure human being's motor function, it can perform the reflex movement to actuation, the sthenometry at the time of actuation, etc. using an image and voice.

[0260] (Gestalt of implementation of the 10th of invention) the virtual space somesthesia equipment of this operation gestalt -- the 1- it enables it to improve the flexibility of a motor function by giving weight required for each mechanical component for the improvement in flexibility of human being's motor function in the 6th virtual space somesthesia equipment, and giving compulsorily static flexible movement, dynamic flexible movement, and flexible movement by reflection

[0261] and also, as for this virtual space somesthesia equipment, various kinds of flexible exercise programs are prepared in space status management equipment 201 -- the 1- it is constituted like the 6th virtual space somesthesia equipment.

[0262] Next, actuation of the virtual space somesthesia equipment in this operation gestalt constituted as mentioned above is explained. Drawing 35 is the flow chart showing processing of a flexible motor function.

[0263] In performing flexible movement, as shown in this drawing, personal data are inputted first (e1). As these personal data, a user's age, sex, height, weight, and the condition of that day are inputted.

Whenever [flexible] is calculated from these input data (e2). The weight given to a user 5 is calculated in space status management equipment 201 from this count result. Furthermore, the data of calisthenics are inputted (e3) and the mechanical component of each part of the body is controlled (e4). The sequence of flexible movement and the part to move are inputted into the data of these calisthenics. [0264] That is, after the above-mentioned count (e2) and an input (e1, e3) are completed, the mechanical component of the body is controlled (e4). Whenever [which was calculated previously / flexible] is taken into consideration by this control. Furthermore, a body condition is inputted as a check of a mechanical component of operation (e5). Here, resistance concerning the mechanical component other than the location of the bodies, such as an arm and a foot, is inputted, and if this body resistance is strong (e6:Yes), actuation of a mechanical component will be restricted (e7). This is consideration for not bending the body by force. If body resistance is small (e6:No), the mechanical component of a return repeat body region will be controlled by step e4.

[0265] As mentioned above, since the virtual space somesthesia equipment concerning the gestalt of operation of this invention gives weight required for each mechanical component for the improvement in flexibility of human being's motor function and gave compulsorily static flexible movement, dynamic flexible movement, and flexible movement by reflection, it can improve the flexibility of a motor function.

[0266]

[Example] Here, the example of the above-mentioned operation gestalt is explained.

[0267] The mechanical component by which the virtual space somesthesia equipment concerning the example of this invention fixes the body inside a double ring is installed. The joint of each body is supported by this mechanical component, and controls the posture of the body by the condition of a virtual space.

[0268] Moreover, an outside ring rotates to a longitudinal direction and an inside ring rotates to a cross direction. For example, the scene where it is swimming in the water surface in the crawl is assumed. When human being swims in the water surface in the crawl, the body is in the condition of being in the condition of lying prone and rotating the arm by *****. For this reason, an inside ring rotates forward and a drum, an arm, a foot, etc. are supported by the mechanical component which is supporting a user's body region to coincidence.

[0269] It considers as environmental data and water is inputted into environmental data, such as a sound of a spray, for the water surface from the virtual space data storage 200 as sound data as body data by space status management equipment 201.

[0270] The image of the water surface is displayed on a head mount display 202, and the image which is advancing copies out the water surface on it with the actuation in which it swims. Moreover, the actuation in which it swims is interlocked with and the sound of a spray is reproduced.

[0271] With movement somesthesia equipment 204, resistance of water is reproduced on the arm and guide peg in underwater [in a virtual space]. Thereby, a user can carry out virtual experience of what "it swims in."

[0272] Through the sensor 251 of a body region, a motion of a guide peg and an arm is inputted into the body actuation detecting element 224, rationalizes the information on a body condition here, and is transmitted to space status management equipment 201.

[0273] Here, when a user speaks with a "system stop" toward a microphone, this is recognized in the speech recognition section 213, and the demand of a system stop is outputted to space status management equipment 201.

[0274] Next, the scene of taking in its hand the cop in which the molten bath entered on the table as an example of feel reappearance when the body has been held, and temperature reappearance is assumed.

[0275] The body data of a table, a cop, and a molten bath, environmental data, such as lighting of the room where these bodies are arranged, and a wall color, etc. are inputted into space status management equipment 201 as environmental data from the virtual space data storage 200. The temperature data of a "molten bath" are also contained in body data, and when a cop is taken in its hand all over a virtual space, the sense of heat is reproduced.

[0276] A user walks and approaches a table all over a virtual space, and takes a cop in his hand. This actuation "along which he walks" is detected by the body actuation detecting element 224 of movement somesthesis equipment 204. A user takes a cop after table arrival **** all over a virtual space. Furthermore, a hand is made to feel a pressure when a hand starts the location of a cop. Thereby, a user makes a hand feel a pressure further while doing actuation grasping a cop, and he feels the feeling grasping a cop. A motion of a hand is detected by the globe actuation detecting elements 215 and 220 in a globe on either side. In order to reproduce a feel in a hand, by evaluating the body location inputted into virtual space status management equipment 201, and the location of a hand and the location of the cop arranged all over the virtual space, the mechanical components 245 and 246 of a hand are controlled and it reappears. The temperature-control sections 247 and 248 are controlled through the temperature control sections 218 and 223 to this and coincidence, ** is performed, and the sense of heat of "being warm" is given to a hand. Thereby, the sense of heat of the molten bath of a cop can be felt all over a virtual space.

[0277] in addition, in the range which is not limited to each the above-mentioned operation gestalt and example, and does not deviate from the summary, many things are boiled and this invention can be deformed Moreover, each operation gestalt and example may be combined as suitably as possible, and may be carried out, and the effectiveness together put in that case is acquired. For example, the somesthesis of a sport without rehabilitation, such as illness and an injury, or having experienced etc. can also be performed by combining each operation gestalt.

[0278] Moreover, as a program (software means) which a computer (computer) can be made to execute, the technique indicated in the operation gestalt and the example is stored in storages, such as magnetic disks (a floppy disk, hard disk, etc.), optical disks (CD-ROM, DVD, etc.), and semiconductor memory, and can be transmitted by communication media and can also be distributed. In addition, the setting program which makes the count inside of a plane constitute the software means (for not only an executive program but a table and DS to be included) which a calculating machine is made to perform is also included in the program stored in a medium side. The computer which realizes this equipment reads the program recorded on the storage, and by the case, builds a software means by the setting program, and performs processing mentioned above by controlling actuation by this software means.

[0279]

[Effect of the Invention] As a full account was given above, according to this invention, the virtual space somesthesis equipment which can feel not only an image but tactile feeling, the kinesthetic sense, etc. in virtual reality space can be offered.

[Translation done.]